Phil. Cod. N. 25.

BIBLIOTHECAE
ELECTORALIS
MONACENSIS.
Ch. Wink. del.
Söchler sc. 1779.

<36630999540016

<36630999540016

Bayer. Staatsbibliothek

Phys. gen. 450.
2 2 47

Physica. Systemata & methodi. 196.

R

Lehrbuch

der Physik

für gelehrte Schulen

von

Friedrich Kries,

Professor am Gymnasium zu Gotha.

Mit 39 Holzschnitten.

Jena,

bey Friedrich Frommann.

1806.

Bayerische Staatsbibliothek München

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Seinen

geliebten Freunden

Herrn

Ober-Consistorialrath Jacobs

und

Herrn

Legationsrath von Hoff

zum herzlichen Dank

für ihre Theilnahme an dieser Arbeit

und

zum frohen Andenken

des gemeinschaftlichen Studiums der Natur

gewidmet

vom Verfasser.

Vorrede.

Vielleicht wird Manchem ein neues Lehrbuch der Physik zum mindesten etwas Ueberflüssiges scheinen, da wir bereits eine so große Menge solcher Bücher besitzen. Ich bin auch weit entfernt, es gerade für etwas Nothwendiges zu erklären, dennoch aber glaube ich, die Erscheinung desselben rechtfertigen zu können, und durch die Herausgabe keine unnütze Arbeit unternommen zu haben.

Die erste Veranlassung zu dieser Arbeit lag in meinen eigenen Verhältnissen. Ich habe seit einer ziemlichen Reihe von Jahren den Unterricht in der Physik auf unserer Schule ertheilt, und dabei ehedem das Erx=lebensche Compendium von Lichtenberg zum Grunde gelegt. So viel Gutes dieses aber auch enthält, so hat doch der Gebrauch desselben viele Unbequemlichkeiten. Es wurde daher das Bedürfniß eines Lehrbuchs, das besser für meinen Zweck paßte, je länger, je dringender. Ihm abzuhelfen, hätte ich wohl ein anderes Lehrbuch wählen können, indessen sind unsere besten physikalischen Lehrbücher für den akademischen Unterricht eingerichtet, der unstreitig von dem Unterrichte auf Schulen verschieden seyn muß. Es würde also schwer gewesen seyn, ein Lehrbuch, das ganz zu meinem Zwecke und Plane gestimmt hätte, zu finden. Beym Unterricht einer Wissenschaft aber ist es für den Lehrer und Lernen=

den ein großer Vortheil, wenn das Lehrbuch in Materie und Form mit dem Vortrage selbst zusammenstimmt, das heißt, wenn es nicht nur die Sachen, die erläutert werden sollen, enthält, sondern diese auch in der nehmlichen Ordnung darstellt. Muß man bald etwas auslassen, bald etwas einschalten, bald die Ordnung abändern, so ist zu besorgen, daß der Zuhörer keine deutliche Uebersicht der Sachen bekomme; und den Vortrag durch öfteres Dictiren zu unterbrechen, hält nicht nur sehr auf, sondern, was noch schlimmer ist, es hindert den, der mit dem Nachschreiben beschäftigt ist, seine Aufmerksamkeit auf den Inhalt zu richten, und über das, was gesagt wird, auf der Stelle nachzudenken. Es war also wohl natürlich, daß ich mich entschloß, für mein Bedürfniß durch eigene Arbeit zu sorgen.

Wer sich eine lange Zeit mit einer Wissenschaft beschäftigt, der wird sich einen ge-

wissen Ideengang in ihr zu eigen machen, und diesem bey dem Vortrage derselben am besten zu folgen im Stande seyn. Gewiß kann es also einem Lehrer nicht zur Last gelegt werden, wenn er durch einen Abriß seines Ideenganges nicht nur einen Beweis von eigenem Nachdenken über seine Wissenschaft giebt, sondern sich zugleich ein Mittel verschafft, seinen Zuhörern am verständlichsten, folglich am nützlichsten zu werden. Da ich überdieß das Glück habe, an einer öffentlichen Anstalt zu stehen, die sich eines ausgezeichneten Flors erfreut, so schien es mir um so mehr eine Pflicht zu seyn, auch öffentlich über einen wichtigen Theil des Unterrichts in dieser Anstalt Rechenschaft zu geben. Und welcher Zeitpunkt hätte hierzu schicklicher seyn können, als der, wo unsre Schule durch die Gnade unsers Durchlauchtigsten Herzogs und seines Durchlauchtigsten Herrn Bruders ein vortreffliches Hülfsmittel für eben diesen Theil des Unterrichts in einem

reichlichen physikalischen Apparat erhalten hat? Die Grundsätze, nach denen ich von diesem fürstlichen Geschenk beym Unterricht Gebrauch mache, wird man aus der Beschaffenheit dieses Lehrbuchs ungefähr abnehmen können. Ich bin weit entfernt, die Physik als eine Art von Zeitvertreib zu behandeln und durch eine Menge von Versuchen die Zuhörer mehr zu belustigen, als zu unterrichten. Vielmehr ist mein Bestreben dahin gerichtet, den allgemeinen Zweck des Schulunterrichts, die formelle Bildung des Verstandes, auch durch den physikalischen Unterricht zu befördern. Daher habe ich mich bemüht, durch die Ordnung und Auswahl der Sachen die Einsicht in den Zusammenhang der einzelnen Theile und die Uebersicht des Ganzen zu erleichtern. Was noch hypothetisch ist, habe ich als solches angegeben; dagegen die zuverlässigern Wahrheiten mit erforderlicher Genauigkeit behandelt. Insbesondre schien es mir zur Beförderung eines gründli-

chen Studiums der Naturlehre nothwendig, auf die mathematischen Beweise Rücksicht zu nehmen, und so viel davon beyzubringen, als den mathematischen Vorkenntnissen der Zöglinge einer wohleingerichteten Lehranstalt zuzutrauen ist. Ist dieses für die meisten Schulen noch zu viel, so ist es ja wohl besser, dahin zu arbeiten, daß sich diese auf einen höhern Standpunkt erheben, als durch eine allzugroße Nachgiebigkeit sie in ihrer Unvollkommenheit zu erhalten.

Ich hoffe daher, daß diese Behandlungsart der Sachen kein Hinderniß seyn werde, diesem Lehrbuch auch in andern Schulen Eingang zu verschaffen, und wünsche, daß es mir gelungen seyn möge, die Absicht des wackern Hrn. Verlegers, der ein brauchbares Schulbuch liefern wollte, und mir durch seine Aufforderung noch eine Veranlassung mehr zu dieser Arbeit gab, zu befördern. Von ihm rührt auch der Gedanke her, die nöthigen Figuren lieber durch saubre Holzschnitte dem

Texte selbst beyzufügen, als sie in besondern Kupfertafeln am Ende anzuhängen. Diese Einrichtung hat bey einem Schulbuche gewiß ihre großen Vorzüge, theils weil die Aufmerksamkeit des Lesers sicherer auf die Figur gelenkt wird, wenn sie neben dem Texte steht, als wenn es ihm überlassen bleibt, sie hinten aufzusuchen; theils weil die Figuren nicht so leicht beschädigt werden, als es bey öfterm Heraus- und Hereinschlagen der Kupfertafeln geschieht. Und ich glaube, daß die Ausführung so gerathen ist, daß sie sich den Beyfall billiger Beurtheiler versprechen kann.

Mit dem kleinern Lehrbuch der Naturlehre, das ich vor zwey Jahren in der Beckerschen Buchhandlung in Gotha herausgegeben habe, steht das gegenwärtige in keiner Verbindung. Es ist weder als eine Umarbeitung, noch als eine weitre Ausführung desselben zu betrachten, sondern hat einen von jenem ganz verschiedenen Zweck und Plan.

Jenes ist für den Unterricht solcher Personen, die keine gelehrte Bildung haben, eingerichtet. Meine Absicht war, daß es in Bürger- und Landschulen und beym Unterricht für Frauenzimmer gebraucht werde. Dieses hingegen ist für Jünglinge, die zum akademischen Unterricht vorbereitet werden, bestimmt.

Gotha, im April 1806.

Kries.

Inhalt.

Einleitung . . . S. 1

Erster Haupttheil. Allgemeine Naturlehre.

Erster Abschnitt. Von den Körpern überhaupt.

1. Wesentliche Beschaffenheit der Körper — 7.

2. Von der Bewegung der Körper überhaupt — 16.

3. Vom Fall der Körper . — 28.

Zweyter Abschnitt. Von den festen Körpern — 37.

1. Vom Schwerpunkt . — 38.

2. Von der schiefen Ebene . — 44.

3. Vom Pendel . . — 48.

4. Vom Stoße . . — 54.

a. harter Körper . — 55.

b. elastischer Körper . — 57.

5. Vom Hebel und von der Rolle — 64

6. Vom Reiben oder von der Friction — 74.

Dritter Abschnitt. Von den flüssigen Körpern — 75.

1. Von den tropfbaren Flüssigkeiten — 76.

2. Von den elastischen Flüssigkeiten — 86.

Vierter Abschnitt. Von festen und flüssigen Körpern in Verbindung

1. im Zustande der Ruhe . — 96.

2. im Zustande der Bewegung — 103.

Fünfter Abschnitt. Vom Schalle — 106.

Zweyter Haupttheil. Besondere Naturlehre.

Erster Abschnitt. Chemische Wirkungen der Körper auf einander . . S. 118.

Zweyter Abschnitt. Von den einfachen Körpern — 129.

Dritter Abschnitt. Von den Salzen . — 136.

Vierter Abschnitt. Vom Wasser . — 140.

Fünfter Abschnitt. Von den Luftarten . — 145.

Sechster Abschnitt. Vom Lichte . — 157.

Siebenter Abschnitt. Vom Feuer . — 217.

Achter Abschnitt. Von der Elektrizität . — 252.

Neunter Abschnitt. Vom Magnet . — 292.

Dritter Haupttheil. Angewandte Naturlehre.

Erster Abschnitt. Vom Weltgebäude . — 307.

Zweyter Abschnitt. Physische Geographie — 365.

Dritter Abschnitt. Meteorologie . — 396.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Einleitung.

1. Eine Wissenschaft, welche die gesammte Natur umfaßte, d. h. alle vorhandenen Dinge nach ihren äußern und innern Merkmalen, nach ihren Eigenschaften, nach ihren Verbindungen und Wirkungen betrachtete, wäre im eigentlichen Sinne Naturwissenschaft. Wir kennen nur Ein Wesen, dem wir die Kenntniß dieser Wissenschaft beylegen — die Gottheit.

2. Für den eingeschränkten menschlichen Geist ist eine solche allumfassende Kenntniß unmöglich. Sein Blick begreift nur ein sehr kleines Feld. Daher geschah es, daß er bey Betrachtung der Dinge sich mancherley Gesichtspunkte absteckte, die seinem Auge näher lagen, und ihm einen Ueberblick gewährten, den er zu umfassen im Stande war. Diese Zerstückelung führt nothwendig Mängel mit sich und hindert die Uebersicht des Ganzen; da wir

uns aber zu dieser nicht erheben können, so bleibt uns nichts anders als eine solche Zertheilung übrig. Auf diese Art sind eine Menge von Wissenschaften entstanden, die alle nur als Zweige jener einzigen großen Naturwissenschaft anzusehen sind.

3. Die Menge der vorhandenen Dinge, ihre Verschiedenheit und Aehnlichkeit hat uns zuerst dahin gebracht, sie in verschiedene Klassen abzutheilen. Eine von diesen Klassen machen die unorganischen Körper aus, d. h. diejenigen, an welchen wir keine Organe oder Werkzeuge der Erhaltung und Fortpflanzung wahrnehmen. Diese lassen sich in verschiedenen Rücksichten betrachten: entweder nach ihren äußern Merkmalen, oder nach ihren Bestandtheilen, oder nach ihren gegenseitigen Wirkungen.

4. Die Physik oder Naturlehre hat die letztre Art der Betrachtung zu ihrem Zweck: sie betrachtet die unorganischen Körper nach ihren gegenseitigen Wirkungen. Organische Körper gehören nur in so fern in ihr Gebiet, als unorganische Stoffe in ihnen wirksam sind.

Wenn auch die Wirkungen der Organisation sich endlich in Wirkungen unorganischer Stoffe auflösen, so läßt sich doch zwischen beyden eine schickliche Gränze ziehen, und so das Gebiet der gemeinen Physik in dem Gebiet der höhern absondern.

5. Die Wirkungen der Körper auf einander offenbaren sich durch gewisse Veränderungen, die in ihrer Beschaffenheit, oder in ihrem Zustande, oder in ihrer Lage vorgehen. Diese Veränderungen nennen wir Naturerscheinungen, oder, wenn sie groß und selten sind, Naturbegebenheiten.

6. Die Naturerscheinungen erfolgen unter gleichen Umständen immer auf gleiche Weise, oder die Wirkungen der Körper auf einander sind unter ähnlichen Umständen einander ähnlich. Dadurch allein wird es möglich, die Wirkungsart der Körper zu bestimmen, oder die Veränderung, die ein Körper in dem andern hervorzubringen vermag, allgemein anzugeben. Der allgemeine Ausdruck für die Wirkungsart eines Körpers heißt ein Naturgesetz.

7. Eine Naturerscheinung auf Naturgesetze zurückführen, das ist, das Allgemeine oder Beständige in der Wirkungsart der Körper, welche die Erscheinung hervorbringen, angeben, heißt die Erscheinung erklären. Die meisten Naturerscheinungen sind die Folge sehr mannigfaltiger Wirkungen mannigfaltiger Stoffe. Je genauer wir die einzelnen Wirkungen angeben können, desto vollständiger ist unsere Erklärung.

8. Wenn wir die Wirkungen aller Körper auf einander kennten, so wären wir nicht nur im Stan-

de, jede Naturerscheinung vollständig zu erklären, sondern selbst die möglichen Naturerscheinungen im voraus zu bestimmen. Allein es fehlt uns sehr viel zu einer solchen vollständigen Kenntniß, und unser Wissen hierin ist im eigentlichen Sinne nur Stückwerk; folglich sind es auch unsre Erklärungen.

9. Die Wirkungen der Körper können wir nur durch Beobachtungen oder aus Erfahrung kennen lernen. Die Beobachtungen machen wir theils an solchen Erscheinungen, die ohne unser Zuthun von selbst geschehen; theils an solchen, die wir absichtlich veranlassen — an Versuchen. Zu den letztern gehören Werkzeuge, von welchen man eine Sammlung einen physikalischen Apparat nennt. Eine geordnete Reihe von Beobachtungen über eine gewisse Klasse von Erscheinungen, oder der Inbegriff der aus ihnen hergeleiteten Naturgesetze macht eine physikalische Theorie oder ein physikalisches System aus. Fehlt es uns aber irgendwo an hinlänglichen Beobachtungen, so suchen wir den Mangel derselben durch gewisse Voraussetzungen oder Vermuthungen zu ersetzen, und diese Erklärungen, die aus einer Verbindung von wirklich beobachteten und nur vermutheten Wirkungen entstehen, nennen wir Hypothesen.

Werth und Nachtheil physikalischer Hypothesen.

10. Das Vermögen der Körper, auf einander zu wirken, nennen wir eine Kraft. Da alle Körper gewisser Wirkungen fähig sind, so legen wir allen Kräfte bey. Wir erkennen aber eine Kraft nur aus ihrer Wirkung, und können uns von ihrem Wesen selbst keine Vorstellung machen. Kräfte, die zum Wesen eines Körpers als Körper gehören, oder die allen Körpern gemein sind, heißen Grundkräfte.

11. Von den Kräften eines Körpers und ihrem Verhältniß unter einander hängen die Eigenschaften desselben ab. Diese theilt man gemeiniglich in solche ab, die alle Körper mit einander gemein haben — allgemeine Eigenschaften; und in solche, die einzelnen Arten von Körpern insbesondre zukommen — besondre Eigenschaften. Derjenige Theil der Naturlehre, der die allgemeinen Eigenschaften der Körper und die aus ihnen entspringenden Wirkungen derselben betrachtet, heißt die allgemeine Naturlehre; und diese macht den ersten Haupttheil der Naturlehre überhaupt aus.

12. Der zweyte Haupttheil — die besondre Naturlehre — betrachtet die besondern Eigenschaften unorganischer Körper, in der Absicht, die gegenseitigen Wirkungen derselben zu bestimmen. Hier kommen daher vorzüglich diejenigen Stoffe in

Betrachtung, deren Wirkungen sehr mannigfaltig sind, z. B. die Luft, das Licht, die elektrische Materie.

In so fern die Eigenschaften der Körper und ihre Wirkungen sich durch Versuche bestimmen lassen, begreift man diese beyden ersten Hauptttheile der Naturlehre unter dem Namen der Experimentalphysik.

13. Den dritten Haupttheil der Naturlehre könnte man die angewandte Naturlehre nennen. Diese betrachtet die Wirkungen der unorganischen Körper nicht nach blos möglichen und willkührlichen Verhältnissen, sondern nach den Verbindungen, in welchen sie sich in der Welt wirklich befinden. Sie zerfällt wieder in drey Theile, von welchen der erste die Erscheinungen der Körper am Himmel; der zweyte die Wirkungen der Körper auf der Erde; und der dritte, ihre Wirkungen in unserm Luftkreise begreift — Astronomie, Geographie, Meteorologie.

Erster Haupttheil.

Allgemeine Naturlehre.

Erster Abschnitt.

Von den Körpern überhaupt.

1. Wesentliche Beschaffenheit der Körper.

14. **Was ist ein Körper?** Diese Frage, deren Beantwortung auf den ersten Anblick so leicht zu seyn scheint, aber bey näherer Betrachtung so schwer ist, und die eigentlich in das Gebiet der Metaphysik gehört, kann in der Physik nicht ganz übergangen werden. Denn unsere Vorstellung von der Art, wie Körper auf einander wirken, hängt von unsern Begriffen über das Wesen der Körper ab; und der Körper selbst ist eine Erscheinung, deren Erklärung ein eben so anziehendes als wichtiges Problem der Naturwissenschaft ist.

15. Da alle unsere Vorstellungen von der Beschaffenheit unsers Erkenntnißvermögens abhängig sind, so wird auch unsere Vorstellung von den Körpern durch unser eigenes Erkenntnißvermögen bestimmt. Es existiren nur Körper, in so fern sie von uns oder andern Wesen, deren Erkenntnißvermögen dem unsrigen ähnlich ist, angeschaut werden. Es kann also auch nur die Frage seyn, was sie in Rücksicht auf uns sind, nicht, was sie an sich selbst seyn mögen.

16. Ein jeder Gegenstand, von dem wir eine Vorstellung haben sollen, muß einen Eindruck auf unser Vorstellungsvermögen hervorbringen. Dieß setzt in ihm eine Fähigkeit voraus, einen solchen Eindruck zu bewirken — eine Kraft. Die Eindrücke auf unser Vorstellungsvermögen aber geschehen bey allen außer uns befindlichen Gegenständen vermittelst unserer Sinnenwerkzeuge. Folglich können wir uns der Gegenstände außer uns nur dadurch bewußt werden, daß sie eine Kraft besitzen, auf unsere Sinnenwerkzeuge zu wirken.

17. Wir kennen kein anderes Mittel, uns von dem Daseyn eines Körpers zu überzeugen, als den Widerstand, den er unserm eigenen Körper entgegensetzt, oder den unser Körper ihm entgegensetzt, wenn einer in den Raum, den der andere einnimmt, eindringen will. Dieser Eindruck auf

unser Gefühl muß von einer in dem Körper vorhandenen Kraft herrühren. Wir nennen daher die Ursache dieser Erscheinung eine Zurückstoßungskraft; die Erscheinung selbst aber heißt die Undurchdringlichkeit der Körper.

Durch den Ausdruck Zurückstoßungskraft soll nur die Ursache dieser Erscheinung, so wie sie sich uns offenbart, bezeichnet, nicht die Erscheinung selbst erklärt werden. Ehedem glaubte man sie dadurch zu erklären, daß man annahm, die Körper beständen aus ganz kleinen, untheilbaren und undurchdringlichen Körperchen, Atomen; man erklärte also die Undurchdringlichkeit großer, aus der Undurchdringlichkeit kleiner Körper — idem per idem. — Unterschied zwischen dem dynamischen und atomistischen System.

18. Die Undurchdringlichkeit unterscheidet den Körper von dem bloßen Raume, den er einnimmt. Er erscheint uns aber, wie der Raum selbst, nehmlich ausgedehnt. Wir stellen uns daher einen jeden Körper, wie den Raum, unter den drey verschiedenen Abmessungen der Länge, Breite und Dicke vor. Da wir ihn aber von dem Raume selbst unterscheiden, so muß er uns begrenzt, folglich in eine bestimmte Gestalt eingeschlossen erscheinen.

19. Auf der andern Seite können wir uns an dem Körper so gut wie an dem Raume, den er erfüllt, verschiedene Theile vorstellen; ja wir kön-

nen in der mathematischen Theilung des Körpers bis ins Unendliche fortgehen. Es ist aber auch eine physische Trennung der Theile möglich; wie weit diese gehen kann, das hängt von der Größe und Beschaffenheit der Kraft ab, die das zu angewandt wird.

Wir können nie behaupten, in der physischen Zertheilung eines Körpers bis ans Ende gekommen zu seyn. — Beyspiele von sehr feinen Zerstückelungen eines Körpers: Mehl; Auflösungen färbender Stoffe; Auflösungen von Salzen; Verdampfungen; Vergoldungen; Infusionsthierchen. — Streitigkeiten über die unendliche Theilbarkeit der Körper.

20. Jeder Theil eines Körpers, der von dem Ganzen losgetrennt ist, macht für sich wieder ein Ganzes aus, das heißt, er widersteht dem Eindringen jedes andern Körpers von allen Seiten, eben so wie der Körper, von dem er ein Theil war. Die Zurückstoßungskraft muß also in einem Körper von jedem Punkt aus nach allen Seiten wirken. Wodurch alle diese Wirkungen vereinigt, oder wodurch die Theile eines Körpers verbunden werden, das ist wohl schwer zu entscheiden, da wir von dem Wesen einer Kraft, und also auch von der Art, wie sie existirt, keinen Begriff haben. Indessen bezeichnen wir die Erscheinung des Zusammenhängens der Theile eines Körpers mit dem Namen der Cohäsion, und schreiben es einer besondern Ursache,

der Cohäsionskraft oder Anziehungskraft zu.

21. Die Art des Zusammenhängens der Theile ist bey den verschiedenen Körpern sehr verschieden. Sie sind daher entweder fest oder flüssig; hart oder elastisch; spröde oder biegsam u. s. w. Auch der Grad der Stärke des Zusammenhangs ist sehr verschieden. Es entstehen daraus die verschiedenen Grade der Festigkeit der Körper, wofür sich zwar kein allgemeines Gesetz geben läßt, worüber man aber eine Menge von Versuchen angestellt hat.

22. Die Cohäsion erfordert eine große Annäherung, oder wie wir sagen, Berührung, und, ohne Zweifel auch, eine bestimmte Lage der kleinsten Theile eines Körpers gegen einander. Daher läßt sie sich bey festen Körpern nicht leicht wieder herstellen, wenn sie einmal aufgehoben ist. Uebrigens ist sie unter sonst gleichen Umständen desto stärker, in je mehrern Punkten die Körper einander berühren.

Beym Schweißen, Leimen, Belegen u. dergl. zeigen sich die Wirkungen der Cohäsionskraft.

Flüssige Körper, deren Theile die erforderliche Lage gegen einander füglich annehmen können, vereinigen sich leicht zu einem Ganzen.

23. Wir sagen, die Theile eines Körpers berühren einander, wenn wir keinen Zwischenraum zwischen ihnen wahrnehmen. Hieraus folgt aber noch nicht, daß wirklich kein Zwischenraum zwischen ihnen statt finde. Vielmehr entdecken wir bey vielen Körpern durch Hülfe eines Vergrößerungsglases Zwischenräume, wo wir mit bloßen Augen keine bemerken können. Bey andern können wir uns durch andere Mittel von dem Daseyn solcher Zwischenräume, die man Poren nennt, überzeugen. Wir schließen daher, daß die Porosität eine allgemeine Eigenschaft der Körper sey.

24. Bey vielen Körpern sind die Poren mit Luft oder Wasser erfüllt; bey andern Körpern vielleicht mit noch andern Stoffen. Giebt es aber keine leeren Zwischenräume? Die Atomisten nehmen dergleichen in allen Körpern an (vacuum dissemi-natum); die Dynamiker hingegen nicht. Durch Erfahrung ist es unmöglich, etwas hierüber zu bestimmen, sondern es kommt auf die Vorstellung an, die man sich vom Raum und von der Materie macht.

25. Wie man sich aber auch den Körper vorstellt, so findet man doch, daß verschiedene Körper von gleicher Größe nicht immer gleich viel Materie oder gleiche Masse enthalten. Vergleicht man daher die Masse zweyer Körper mit

dem Raume, den sie einnehmen, so erhalten wir den Begriff der Dichtigkeit der Körper. Ein vollkommen dichter Körper wäre nach dem atomistischen System ein solcher, dessen Atomen nicht den mindesten leeren Zwischenraum übrig ließen; nach dem dynamischen, ein solcher, in dem die zurückstoßende und anziehende Kraft im höchsten Grade vorhanden wären.

Regeln zur Bestimmung des Verhältnisses der Dichtigkeiten zweyer Körper 1) bey gleichem Rauminhalt, 2) bey gleicher Masse, 3) bey ungleichem Rauminhalt und ungleicher Masse.

26. Um die Menge der Materie oder die Masse eines Körpers zu bestimmen, haben wir kein anderes Mittel, als das Gewicht desselben, oder den Druck, den der Körper vermöge der Schwere und nach der Richtung ihrer Wirkung auszuüben im Stande ist. Ein jeder Körper auf unserer Erde nehmlich hat ein Bestreben, nach der Erde zu fallen, und fällt wirklich, sobald er nicht auf irgend eine Weise zurückgehalten wird. Die Ursache dieser Erscheinung nennen wir Schwere oder Schwerkraft. Diese wirkt auf alle Körper und treibt sie in einer auf die Oberfläche der Erdkugel senkrechten Richtung gegen die Erde. Daher die Richtungslinien der Schwere nach dem Mittelpunkte der Erdkugel gehen. Aus dem Bestreben eines Körpers zu

fallen, auch selbst wenn er ruht, entsteht der Druck desselben.

27. Daß die Wirkung der Schwere sich nicht nach der Oberfläche der Körper richtet, ist gewiß; nicht ganz so, ob sie blos von ihrer Masse abhängt. Zwar lehrt uns die Erfahrung, daß die Kraft, mit der ein Körper gegen die Erde getrieben wird, oder der Druck, den er ausübt, desto größer oder kleiner wird, je mehr seine Masse vermehrt oder vermindert wird, und wir können daher auch umgekehrt aus dem vermehrten oder verminderten Druck eines Körpers auf die Zu- oder Abnahme seiner Masse schließen. Aber wir gehen noch weiter, und schließen auch bey verschiedenartigen Körpern aus dem Verhältniß ihres Drucks auf das Verhältniß ihrer Massen; indem wir voraussetzen, daß die Schwere auf alle Materie mit gleicher Stärke wirkt — eine Voraussetzung, die freylich nichts weniger als erwiesen ist.

28. Gesetzt aber auch, daß diese Voraussetzung völlig gegründet wäre, so ist doch klar, daß wir aus dem Druck eines Körpers nicht die absolute Menge seiner Masse erkennen können; sondern wir können nur das Verhältniß der Massen zweyer Körper aus dem Verhältniß ihres Drucks bestimmen. Wir urtheilen z. B., daß zwey Körper gleich viel Masse enthalten, wenn sie

einen gleich großen Druck ausüben. Aus diesem Grunde nehmen wir den Druck gewisser Massen, die wir mit den besondern Benennungen Zentner, Pfund, Loth u. s. w. oder mit dem gemeinschaftlichen Namen Gewichte bezeichnen, zur Einheit an, um den Druck anderer Körper damit zu vergleichen; und das Verhältniß des Drucks eines Körpers zu dem Druck dieser Gewichte heißt sein absolutes Gewicht.

Unterschied zwischen Gewicht und Schwere. — Von den vornehmsten Arten der bey uns üblichen Gewichte und ihrer Eintheilung, dem köllnischen, Medicinal- und gemeinen Gewicht.

29. Unter dem specifischen Gewichte hingegen versteht man das Verhältniß der absoluten Gewichte zweyer Körper von gleicher Größe (volumen). Wären alle Körper gleich dicht, so würden auch alle bey gleicher Größe gleich viel wiegen — vorausgesetzt, daß alle Materie gleich schwer wäre. — Da sie aber von verschiedener Dichtigkeit sind, so sind auch ihre Gewichte verschieden, wenn die Körper gleiche Größe haben. Man bestimmt daher die specifischen Gewichte der Körper ganz auf eine ähnliche Art, wie ihre Dichtigkeiten.

Die specifischen Gewichte werden nicht durch die Benennungen Zentner, Pfunde u. dergl., sondern durch unbenannte Zahlen bezeichnet.

2. Von der Bewegung der Körper überhaupt.

30. Ein jeder Körper erscheint uns im Raum; er nimmt folglich einen Raum ein, und dieser heißt sein Ort. Denken wir uns diesen blos an und für sich, in so fern er dem Körper nothwendig zukommen muß, so heißt er sein absoluter Ort; denken wir ihn uns aber in Rücksicht auf einen andern, so heißt er der relative Ort. Durch den letztern bestimmen wir die Lage des Körpers.

31. Da wir den Körper selbst von dem Raume, den er einnimmt, unterscheiden, so können wir ihn uns auch an einer andern Stelle des Raums denken. Wir können uns also denken, daß er seinen Ort verändert. Veränderung des Orts aber nennen wir Bewegung.

32. Eine Veränderung des Orts können wir uns nicht vorstellen, ohne den neuen Ort, den der Körper einnimmt, von dem, den er vorher eingenommen hatte, zu unterscheiden, also ihn in Rücksicht auf diesen zu denken. Folglich haben wir bey der Bewegung des Körpers nur seinen relativen Ort vor Augen; folglich kann die Bewegung selbst nur relativ genannt werden.

33. Der Bewegung ist die Ruhe entgegengesetzt, das ist, das Beharren eines Körpers in sei-

nem Orte. Auch dieses können wir uns nicht denken, ohne den Ort, in dem der Körper sich befindet, mit andern zu vergleichen, in die er nicht übergeht; also ohne seinen relativen Ort zu bestimmen. Folglich kann auch die Ruhe nur relativ seyn.

34. Wären wir im Stande, die verschiedenen Theile des Raumes in der Wirklichkeit in allen Fällen von einander zu unterscheiden, so würden wir über Bewegung und Ruhe jederzeit bestimmt urtheilen können. Allein in der Wirklichkeit haben wir es nicht mit dem bloßen Raume, sondern mit den Körpern im Raume zu thun, und wir unterscheiden daher einen Raum von dem andern durch die Körper, die wir um und in ihm wahrnehmen. Dieses Merkmal aber ist sehr trüglich. Denn die Körper in einem Raume können sich verändern, und der Raum doch derselbe bleiben; und umgekehrt können die Körper unverändert, und ihre Lage gegen einander sich immer ähnlich bleiben, und der Raum doch verschieden seyn. Daher muß auch unser Urtheil über Bewegung und Ruhe trüglich seyn.

Der Raum in unsern Zimmern scheint uns immer derselbe, und es ist doch jeden Augenblick ein anderer.

35. Ein Körper scheint uns in Bewegung zu seyn, wenn seine Lage gegen andere Körper sich ändert, weil wir alsdann glauben, daß seine Stelle im

Raume selbst sich geändert habe. Er ist aber nur dann wirklich in Bewegung, wenn er seine Stelle im Raume wirklich ändert; hingegen ist seine Bewegung scheinbar, wenn blos die Körper um ihn herum ihre Stelle im Raum, und folglich ihre Lage gegen ihn ändern. Auf ähnliche Art müssen wir wirkliche und scheinbare Ruhe unterscheiden.

So oft ein paar Körper ihre Lage gegen einander ändern, findet auch eine wirkliche Bewegung statt; allein ob beyde sich wirklich, oder der eine nur scheinbar bewegt hat, und welcher von beyden — das ist oft sehr schwer zu entscheiden. Eine scheinbare Bewegung setzt also allemal eine wirkliche voraus.

36. Das, was eine Bewegung hervorzubringen im Stande ist, nennen wir Kraft. Um also einen Körper in Bewegung zu setzen, wird eine Kraft erfordert. Die Materie selbst kann sich für sich nicht bewegen, und wir betrachten sie daher in dieser Rücksicht als etwas todtes. Selbst die Grundkräfte, die nach dem dynamischen System das Wesen der Materie ausmachen, befinden sich in jedem Körper in vollkommenem Gleichgewicht und können für sich keine Bewegung hervorbringen. Wie es aber möglich ist, daß eine Kraft auf die Materie wirke und sie dadurch in Bewegung setze, ist eine sehr schwierige Frage, deren Beantwortung indeß für

die Metaphysik gehört; in der Physik nehmen wir die Möglichkeit als eine Thatsache an.

37. Es folgt hieraus, daß ein Körper, der einmal in Ruhe ist, so lange in Ruhe bleiben muß, bis er durch eine Kraft aus diesem Zustande getrieben wird. Umgekehrt aber sind wir darum nicht berechtigt, zu schließen, daß ein Körper, der einmal in Bewegung gesetzt ist, in Bewegung bleiben müsse. Denn Bewegung ist Veränderung des Orts, jede Veränderung aber setzt eine Ursache voraus. Soll also der Körper sich fortbewegen, so muß auch die Ursache, die ihn bestimmt, seinen Ort zu ändern, beständig auf ihn wirken; und hört sie auf zu wirken, so hört auch die Veränderung des Ortes auf, das heißt, der Körper bleibt in Ruhe. Gleichwohl sehen wir, daß ein Körper, der einmal in Bewegung gesetzt ist, im Stande ist, seine Bewegung weiter fortzusetzen, ohne daß die bewegende Kraft weiter sichtbar auf ihn wirkt. Folglich muß schon in der Möglichkeit der Mittheilung der Bewegung der Grund zu ihrer Fortsetzung liegen, oder, eben die Beschaffenheit des Körpers, die es möglich macht, daß ihm Bewegung mitgetheilt wird, enthält auch die Ursache ihrer Fortdauer. Die nähere Bestimmung dieser Ursache ist also ebenfalls ein Gegenstand metaphysischer Untersuchungen, und in der Physik müssen wir die Fortdauer der mitgetheilten Bewegung als eine

Thatsache annehmen. Es ist daher ein Grundgesetz, daß ein Körper in seinem Zustande der Ruhe oder Bewegung so lange beharrt, bis er durch eine Kraft daraus vertrieben wird; und dieses heißt das Gesetz der Trägheit.

38. Die Kraft, durch die ein ruhender Körper in Bewegung, oder ein bewegter zur Ruhe gebracht wird, wird auf diese Wirkung ganz oder zum Theil verwandt, das heißt, sie wird dadurch ganz aufgehoben, oder um so viel vermindert, als die Größe der Wirkung beträgt. Es ist also eben so gut, als ob eine andere Kraft ihr entgegengewirkt hätte. Man nennt daher diese Verminderung einer Kraft durch ihre Wirkung auf einen Körper die Gegenwirkung des Körpers. Folglich wenn man sagt: Wirkung und Gegenwirkung sind einander gleich, so heißt dieß nichts anders als, die Kraft verliert so viel von ihrer Stärke, als auf ihre Wirkung verwandt worden ist. An einen eigentlichen Widerstand aber von Seiten des Körpers ist nicht zu denken.

Es ist ein unrichtiger Satz, den man wohl öfters findet, daß man nur so viel auf einen Körper wirken könne, als er Widerstand zu leisten vermöge. Die Versuche, womit man dieß erweisen will, werden falsch verstanden. Z. B. daß eine Pflaumfeder durch einen Schlag nicht so weit fortgeschnellt werden kann, als eine Bleykugel; oder daß eine Spinne, die frey an ihrem Faden

hängt, bey einem Schlage unverletzt bleibt, der eine Maus unter ähnlichen Umständen tödten würde.

39. Je stärker die Kraft ist, die auf einen Körper wirkt, desto größer ist der Raum, durch den er sich in einer gewissen Zeit bewegt. Diese Verbindung der Vorstellung des Raums, durch den ein Körper sich bewegt, mit der Vorstellung der Zeit, die er dazu angewandt hat, giebt den Begriff seiner Geschwindigkeit. Ein jeder bewegter Körper also hat eine gewisse Geschwindigkeit, die man seine absolute Geschwindigkeit nennen kann, wenn man sie blos nach Raum und Zeit bestimmt, ohne auf die Bewegung eines andern Körpers Rücksicht zu nehmen.

40. Vergleicht man aber die Geschwindigkeit eines bewegten Körpers mit der eines andern, so bestimmt man ihre relativen Geschwindigkeiten; diese verhalten sich

1. bey gleichen Zeiten, wie die durchlaufenen Räume;

2. bey gleichen Räumen, umgekehrt wie die Zeiten;

3. bey ungleichen Zeiten und ungleichen Räumen, wie die Räume dividirt durch die Zeiten.

Die Ausdrücke geschwind und langsam betreffen die relative Geschwindigkeit, und werden bey verschiedenen Körpern verschiedentlich bestimmt. Beyspiele einer großen Geschwindigkeit geben der Wind, die englischen Wettrenner, eine geschossene Kugel, der Schall, die Planeten, das Licht.

41. Die relativen Geschwindigkeiten zweyer Körper lassen sich auch aus den Verhältnissen der bewegenden Kräfte und der Massen der Körper bestimmen. Sie verhalten sich nehmlich

1. bey gleichen Massen, wie die Kräfte;

2. bey gleichen Kräften, umgekehrt wie die Massen.

Denn die Kraft, die auf einen Körper wirkt, vertheilt sich durch alle Theile desselben gleichförmig. Je mehr Theile also ein Körper hat, das heißt, je größer seine Masse ist, desto kleiner ist die Wirkung der Kraft in jedem einzelnen Theile, folglich desto geringer die Geschwindigkeit desselben.

3. Bey ungleichen Massen und ungleichen Kräften, wie die Kräfte dividirt durch die Massen.

42. Hieraus läßt sich durch eine leichte Rechnung darthun, daß sich die Kräfte, die zwey verschiedene Körper in Bewegung setzen, wie die Producte der Massen und Geschwin-

digkeiten verhalten. So groß aber die Wirkung einer Kraft auf einen Körper ist, so groß ist auch die Wirkung, die dieser Körper wiederum hervorbringen kann. Folglich verhalten sich die Wirkungen, die zwey Körper hervorzubringen im Stande sind, wie die Producte ihrer Massen und Geschwindigkeiten. Die Kraft eines bewegten Körpers heißt die Größe seiner Bewegung (quantitas motus); daher drückt man dieses Gesetz auch so aus: Die Größen der Bewegung zweyer Körper verhalten sich wie die Producte ihrer Massen und Geschwindigkeiten.

Zwey ungleiche Körper bringen gleiche Wirkung hervor, wenn ihre Geschwindigkeiten sich umgekehrt wie ihre Massen verhalten.

43. Wenn eine Kraft auf einen Theil eines Körpers wirkt, so ist es eigentlich nur dieser Theil, den sie in Bewegung zu setzen strebt. Dieser Theil aber wirkt auf den übrigen Körper, und zieht ihn, wenn er stark genug mit ihm zusammenhängt, mit sich fort. Ist aber die Kraft des Zusammenhangs kleiner, als die Kraft, die zur Bewegung des übrigen Körpers erforderlich ist, so erfolgt eine Zerreißung. Alsdann

geht der bewegte Theil mit einer Kraft fort, die gleich der bewegenden Kraft weniger der Kraft des Zusammenhanges ist; der übrige Körper aber bleibt ganz unbewegt.

1. Die Größe der Kraft, die zur Bewegung des übrigen Körpers erforderlich ist, hängt 1) von der Geschwindigkeit, die er bekommen soll, 2) von seiner Masse ab. Daher kann derselbe Körper bey einer größern Kraft zerreißen, der bey einer geringern ganz blieb; und dieselbe Kraft kann einen Körper von geringer Masse unbeschädigt lassen, die ihn bey vermehrter Masse entzwey macht.

2. Findet noch ein positiver Widerstand durch Schwere, Friction oder eine andere Ursach statt, so muß auch dieser von der bewegenden Kraft überwunden werden, und hat auf die Zerreißung einen Einfluß; er ist aber dazu nicht nothwendig.

3. Ein Faden an einen Wagebalken gebunden kann durch die Kraft eines fallenden Gewichts zerrissen werden, ohne daß der Wagebalken sich bewegt.

44. Die Geschwindigkeit eines bewegten Körpers bleibt so lange unverändert, als nicht eine neue Kraft auf denselben wirkt; und seine Bewegung heißt alsdann eine gleichförmige Bewegung. Vermehrt oder vermindert sich aber die Geschwindigkeit des Körpers, so heißt seine Bewegung im ersten Fall eine beschleunigte, im letztern eine verminderte Bewegung. Beyde Veränderungen können auf eine regelmäßige oder unregelmäßige Art geschehen.

45. Durch die Kraft, die einen Körper in Bewegung setzt, wird zugleich die Richtung seiner Bewegung bestimmt. Auch diese ändert sich nicht, wofern sie nicht durch die Einwirkung einer andern Kraft hervorgebracht wird. Daher bewegt sich ein Körper, der einmal in Bewegung gesetzt ist, so lange mit unveränderter Geschwindigkeit und in derselben Richtung fort, bis eine neue Kraft seine Bewegung ändert.

46. Wird die Bewegung eines Körpers nur durch eine einzige Kraft hervorgebracht, so heißt sie eine einfache Bewegung; ist sie aber die Wirkung mehrerer Kräfte, so heißt sie eine zusammengesetzte Bewegung. Es kann der Fall seyn, daß mehrere Kräfte auf einen Körper wirken, und derselbe gleichwohl in Ruhe bleibt. Dieß geschieht, wenn die Kräfte einander gleich und ihre Richtungen gerade entgegengesetzt sind. Ist aber von zwey entgegengesetzten Kräften die eine stärker als die andere, so treibt sie den Körper nach der Richtung ihrer Wirkung mit einer Stärke fort, die dem Unterschied beyder Kräfte gleich ist.

47. Schließen die Richtungen zweyer Kräfte einen Winkel ein, so bewegt sich der Körper

nach einer Richtung, die innerhalb des Winkels fällt. Drückt man das Verhältniß der Kräfte und ihre Richtungen durch ein paar Linien aus, so läßt sich aus diesen ein Parallelogramm verfertigen, das man das Parallelogramm der Kräfte nennt. Die Diagonale desselben giebt die Richtung des bewegten Körpers und das Verhältniß seiner Kraft zu den bewegenden Kräften.

1. Wollte man aus den gegebenen Seiten und dem eingeschlossenen Winkel die Diagonale durch Rechnung finden, so setze man die eine Seite = b, die andere = c, den Winkel = A; alsdann ist die Diagonale = $\sqrt{(b^2 + c^2 - 2bc. \cos(180° - A))} = \sqrt{(b^2 + c^2 + 2bc. \cos A)}$.

2. Wenn mehr als zwey Kräfte auf einen Körper wirken, so läßt sich die Richtung und Geschwindigkeit des bewegten Körpers dadurch finden, daß man die Richtungen von je zwey Kräften zu einem Parallelogramm verbindet, aus den Diagonalen zweyer Parallelogrammen ein neues Parallelogramm construirt, und so fort, bis man zuletzt ein einziges Parallelogramm erhält, dessen Diagonale die gesuchte Richtung und Verhältniß giebt.

3. Beyspiele zusammengesetzter Bewegungen sehen wir an der Bewegung eines Schiffes, das am Ufer gezogen wird; an einem Kirschkerne, der zwischen den Fingern fortgeschnellt wird; Versuche darüber lassen sich mit der Diagonalmaschine anstellen.

48. Wenn es darauf ankommt, einem Körper eine Bewegung in einer gewissen Richtung zu ertheilen, so kann dieß sowohl durch eine Kraft,

als durch mehrere zugleich wirkende Kräfte ge-schehen. Im letztern Fall wird die Bewegung eine zusammengesetzte; man muß daher die Rich-tungen und das Verhältniß der Kräfte so wäh-len, daß die verlangte Richtung die Diagonale des Parallelogramms der Kräfte werde. Dieser Zweck kann auf unzählig verschiedene Weise er-reicht werden. Die Auflösung dieser Aufgabe nennt man die Zerlegung der Kräfte.

49. Wenn ein Körper sich in einer krum-men Linie bewegt, so ändert sich seine Rich-tung jeden Augenblick, folglich wirkt jeden Au-genblick eine neue Kraft auf ihn, oder die Wir-kung einer Kraft auf ihn erneuert sich ununter-brochen. Die Centralbewegung ist eine solche krummlinigte Bewegung um einen Punkt (centrum) herum, wobey man sich vorstellen kann, daß der bewegte Körper durch eine Kraft nach der Tangente der krummen Linie getrieben werde, indeß er durch eine andere ununterbrochen nach jenem Punkt getrieben wird. Jene Kraft heißt daher die Tangential-, auch Centrifugal-kraft, und diese die Centripetalkraft; beyde werden mit einem gemeinschaftlichen Namen Centralkräfte genannt.

Die Versuche mit der Centralmaschine dienen mehr dazu, die Wirkungen bewegter Körper bey gleichen

oder ungleichen Massen, und bey gleicher oder ungleicher Geschwindigkeit, als ihre Centralbewegung zu erläutern.

---

3. Vom Fall der Körper.

50. Die Art von Bewegung, die ein fallender Körper hat, ist eine regelmäßig beschleunigte Bewegung. Denn da die Schwere, wie wir annehmen müssen, ununterbrochen auf einen Körper wirkt, so ertheilt sie ihm in jedem Augenblick gleichsam einen neuen Stoß. Nun würde der Körper schon durch den ersten Stoß vermöge seiner Trägheit mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortgehen; folglich muß seine Geschwindigkeit mit jedem neuen Stoße wachsen, und da die Stöße ununterbrochen auf einander folgen, so muß auch die Geschwindigkeit beständig zunehmen.

51. Da wir ferner annehmen können, daß die Wirkungen der Schwere auf einen Körper sich immer gleich sind, das heißt, daß die Eindrücke, die der Körper durch die Schwere empfängt, und die wir uns als Stöße vorstellen können, unter einander gleich stark sind: so läßt sich daraus schließen, daß die Geschwin-

digkeiten des fallenden Körpers sich wie die Mengen der Stöße, die er durch die Schwere bekommen hat, verhalten müssen. Allein die Mengen der Stöße verhalten sich gewiß wie die Zeiten, in welchen die Schwere auf den Körper gewirkt hat, da sie ihm z. B. in einer Secunde gewiß eben so viel Stöße ertheilt, als in der andern; folglich verhalten sich die Geschwindigkeiten fallender Körper, wie die Zeiten, durch welche sie gefallen sind, das heißt: wenn ein Paar fallende Körper am Ende von verschiedenen Zeiträumen, der eine z. B. nach 3, der andere nach 5 Secunden, mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortgingen, so würden ihre Geschwindigkeiten sich wie die Zeiten, also hier wie 3 : 5, verhalten.

52. Um zu finden, wie sich die Räume verhalten, durch die ein Körper in verschiedenen Zeiten fällt, kann man sich vorstellen, der Körper falle in sehr kleinen Zeittheilchen mit gleichförmiger Geschwindigkeit, und erhalte am Ende eines jeden solchen Zeittheilchens durch die Schwere einen neuen Stoß. Gesetzt nun, er bewegte sich auf den ersten Stoß in dem angenommenen Zeittheilchen durch einen Raum = a, so würde er sich schon vermöge seiner Trägheit in jedem der folgenden ähnlichen Zeittheilchen durch einen gleich

großen Raum bewegen; da er aber mit jedem neuen Zeittheilchen einen neuen Stoß von der Schwere erhält, so muß er sich in dem zweyten Zeittheilchen durch einen Raum = 2a; in dem dritten durch einen Raum = 3a u. s. w. bewegen. Folglich ist der ganze Raum, durch den er in einer gewissen Zeit fällt, der Summe der Räume $a + 2a + 3a$ u. s. w. gleich.

53. Rechnet man auf eine Secunde n solcher Zeittheilchen, als wir eben angenommen haben, so ist der Raum, durch den der Körper in einer Secunde fällt $= a + 2a + 3a + \ldots + na = \frac{n.(n+1)}{2}a$. Folglich fällt er in zwey Secunden durch einen Raume $= \frac{2n.(2n+1)}{2}a$; in drey Sec. durch einem Raum $= \frac{3n.(3n+1)}{2}a$ u. s. w. Das Verhältniß dieser Räume ist also $= n.(n+1) : 2n.(2n+1) : 3n.(3n.+1)$ und so weiter. Allein da die Schwere ununterbrochen auf einen Körper wirkt, so ist leicht einzusehen, daß das Zeittheilchen, worin man annehmen kann, der Körper bewege sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit, unendlich klein seyn müsse, folglich auf eine Secunde unendlich viele derselben gehen. n drückt also eine unendlich große Zahl aus, und man kann daher ohne merklichen Fehler $n + 1 = n$;

$2n + 1 = 2n$; $3n + 1 = 3n$ etc. setzen. Dadurch verwandelt sich das vorhin angegebene Verhältniß in folgendes: $n^2 : 4n^2 : 9n^2$ etc. $= 1 : 4 : 9$ etc. das heißt: die Räume der fallenden Körper verhalten sich wie die Quadrate der Anzahl von Secunden, in welchen die Körper gefallen sind. Und da man anstatt der Secunden jedes andere endliche Zeitmaß zur Einheit annehmen kann, so drückt man das Gesetz überhaupt so aus: die Räume fallender Körper verhalten sich wie die Quadrate der Zeiten.

Umgekehrt also verhalten sich die Zeiten fallender Körper wie die Quadratwurzeln der Räume.

54. Wenn die Räume fallender Körper sich wie die Quadrate der Zeiten verhalten, so müssen die Räume, durch welche ein Körper in dem ersten, zweyten, dritten ꝛc. Zeittheile fällt, sich wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5 ꝛc. verhalten, weil diese Zahlen die Differenzen der Quadrate 1, 4, 9 ꝛc. sind. Fällt z. B. ein Körper in der ersten Secunde durch einen Raum $= S'$ so fällt er in 2 Secunden durch einen Raum $= 4S$, in 3 Sec. durch einen Raum $= 9S$ u. s. w.; folglich in der zweyten Sec. durch einen Raum $= 4S - S = 3S$; in der

dritten Sec. durch einen Raum = 9 S — 4 S = 5 S. Hieraus folgt, daß der Raum, durch den ein Körper in jeder neuen Secunde fällt, den Raum der vorhergehenden Secunde um 2 S, oder um das Doppelte dessen, was er in der ersten Secunde gefallen ist, übertrifft. Man hat aber durch Beobachtung und Rechnung gefunden, daß ein Körper in der ersten Secunde durch einen Raum von 15,095 . . . par. Fuß fällt; folglich nehmen die Räume in jeder neuen Secunde um 30,191 . . . par. Fuß zu.

55. Aus den angeführten Gesetzen, verbunden mit der Beobachtung über die Fallhöhe in der ersten Secunde, läßt sich der Raum, durch welchen ein Körper in einer gegebenen Anzahl von Secunden, oder in irgend einer mten Secunde fällt, durch eine leichte Rechnung finden. Auf die Größe des Körpers kommt es dabey nicht an; derjenige, welcher mehr wiegt, fällt darum nicht geschwinder, als der leichtere. Denn der schwerere kann als ein Aggregat von mehrern leichten angesehen werden; und die Schwere wirkt nur in dem Maße mehr auf jenen, als sie mehr Masse in ihm in Bewegung zu setzen hat; folglich ist die bewirkte Geschwindigkeit immer gleich. Es wird aber dabey vorausgesetzt, daß das Mittel oder der Raum, in welchem die Bewegung ge-

schieht, keinen Widerstand leiste. Folglich würden diese Gesetze bey einem durch die Luft fallenden Körper eine beträchtliche Einschränkung erleiden müssen.

In m Secunden fällt ein Körper durch einen Raum $= m^2 S$, und in der mten Secunde durch einen Raum $= (2m - 1) S$.

Fallen die Körper an allen Orten der Erde, und verschiedenartige Körper an demselben Orte mit gleicher Geschwindigkeit?

56. Dieselbe Kraft, die den fallenden Körper in der ersten Secunde durch einen Raum $= S$ treibt, und ihm dadurch am Ende derselben eine gewisse Geschwindigkeit $= x$ ertheilt, wird auch in jeder neuen Secunde die nehmliche Wirkung auf ihn äußern, das heißt, sie wird ihn, unabhängig von der Bewegung, die er schon hat, durch einen Raum $= S$ treiben, und seine Geschwindigkeit um x vermehren. Wir finden daher dieses x, wenn wir von dem Raume, durch den der Körper in der zweyten Secunde fällt, S abziehen. Er fällt aber in der zweyten Sec. durch einen Raum $= 3S$; folglich ist $x = 3S - S = 2S$. Da nun die Geschwindigkeiten fallender Körper sich wie die Zeiten verhalten, so ist ihre Geschwindigkeit am Ende der zweyten Sec. $= 2x = 4S$; am Ende der 3ten Sec. $= 3x = 6S$; am Ende

der mten Sec. = m x = 2 m S. Wenn also ein Körper nach einem Fall von m Secunden mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortgehen könnte, so würde er sich in einer Secunde durch einen Raum = 2 m S; folglich in m Secunden durch einen Raum = $2 m^2$ S bewegen, das heißt: der Körper erlangt durch den Fall eine solche Geschwindigkeit, daß, wenn er mit dieser unverändert fortginge, er in derselben Zeit einen noch einmal so großen Raum, als seine Fallhöhe beträgt, durchlaufen würde.

57. So wie die Schwere die Bewegung eines fallenden Körpers beschleunigt, so muß sie die Bewegung eines aufwärts steigenden Körpers vermindern. Denn da die Richtungslinie der Schwere der Richtung des aufwärts bewegten Körpers entgegengesetzt ist, so muß die Kraft, die diesen aufwärts treibt, durch die beständig entgegen wirkende Kraft der Schwere immer mehr und mehr vermindert, ja endlich wohl ganz aufgehoben werden, wenn nehmlich die Summe der Wirkungen der Schwere der Wirkung der bewegenden Kraft gleich wird. Daher kommt der steigende Körper endlich zum Stillstand und geht darauf in die entgegengesetzte Bewegung über. So groß aber die Summe der Wirkungen

der Schwere war, die der Körper beym Aufsteigen erfuhr, eben so groß muß auch die Summe dieser Wirkungen beym Niederfall seyn. Er braucht also eben so viel Zeit zum Niederfallen als zum Aufsteigen, und kommt mit derselben Geschwindigkeit zur Erde, mit der er von ihr aufgestiegen war.

58. Gesetzt, ein Körper sey m Secunden hindurch gestiegen, so ist die Summe der Wirkungen der Schwere auf ihn in dieser Zeit so groß, daß er eine Geschwindigkeit $= 2mS$ dadurch erlangt haben würde (56); und da seine ganze Geschwindigkeit hierdurch aufgehoben ist, so muß sie von Anfang an eben so groß gewesen seyn. So wie aber die Schwere den fallenden Körper in jeder Secunde durch einen Raum $= S$ treibt und seine Geschwindigkeit um 2 S vermehrt, so vermindert sie auch den Raum, durch den der steigende Körper geht, in jeder Secunde um S, und seine Geschwindigkeit um 2 S. Er steigt daher

in der 1sten Sec. durch einen Raum $= 2mS - S$
— — 2ten — + — — $= 2mS - 3S$
— — 3ten — — — — $= 2mS - 5S$
— — mten — — — — $= 2mS - (2m-1)S = S.$

Folglich ist die Summe aller Räume $= \underline{(2mS - S + S)m} =$
2

m^2S d. i. so groß als der Raum, durch den ein Körper in m Secunden fällt.

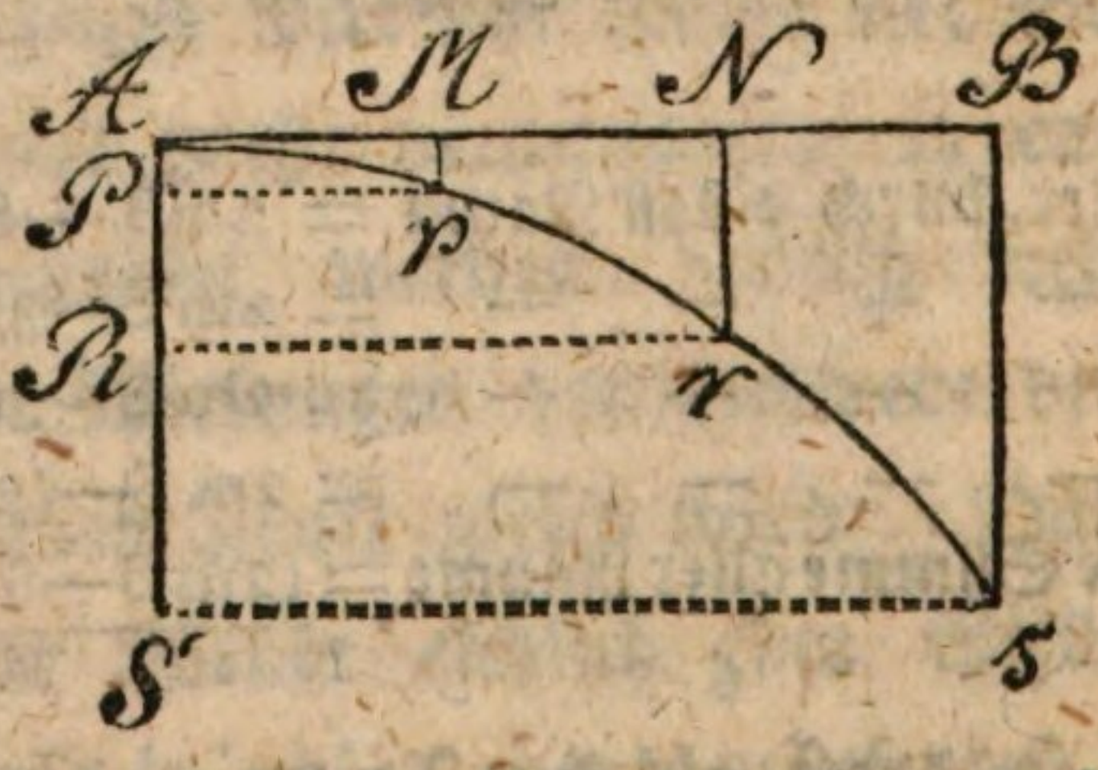
Bey einem senkrecht in die Höhe geworfenen Körper läßt sich aus der Zeit seines Außenbleibens die Höhe, zu der er gestiegen war, berechnen — den Widerstand der Luft bey Seite gesetzt. Ist er n Secunden ausgeblieben, so ist die Höhe $= \frac{1}{4} n^2 S$.

Versuche von Mersennus und Moutier, Kanonenkugeln senkrecht in die Höhe zu schießen.

Ist die Kraft der Schwere in der Höhe eben so stark als an der Erde? Und könnte ein Körper, der von der Erde ausgeschleudert würde, ganz von ihr wegfliegen? (S. v. Zachs Monatl. Correspondenz 7. Bd. S. 153 f.)

59. Wenn ein Körper in horizontaler Richtung geworfen wird, so wird er durch die Schwere beständig von seinem Wege abgelenkt, und beschreibt daher eine krumme Linie. Es sey AB (Fig. 1.) die Richtung des geworfenen Körpers, und AM = MN = NB; ingleichen Nr = 4 Mp; Bs = 9 Mp, so stellt die krumme Linie A p r s den Weg des Körpers vor. Diese Linie aber ist eine Parabel, deren Scheitel in A liegt.

Fig. 1.



Auch ein schief in die Höhe geworfener Körper beschreibt eine Parabel, deren Scheitel in dem

höchsten Punkte liegt, den der Körper erreicht. Der Widerstand der Luft wird hierbey nicht in Betrachtung gezogen.

Eine horizontal abgeschossene Kugel erreicht die Erde so schnell, als sie es im freyen Fall gethan haben würde. — Warum trifft gleichwohl die Kugel einer Büchse nicht unter das Ziel, nach dem man schießt?

Zweyter Abschnitt.

Von den festen Körpern.

60. Durch die Art des Zusammenhangs der Theile entsteht, wie schon oben bemerkt worden ist (21), eine große Verschiedenheit der Körper. Hängen ihre Theile so stark unter einander zusammen, daß sie weder durch ihr eigenes Gewicht ihre Lage gegen einander ändern, oder sich ganz von einander trennen, noch durch eigene Kraft sich von einander zu entfernen streben, so nennen wir sie feste Körper. Diese machen eine zahlreiche Klasse der verschiedenartigsten Körper aus; doch haben sie in ihrer Wirkungsart vieles mit einander gemein, blos in so fern sie feste Körper sind; und nur von diesem ist hier die Rede.

---

1. Vom Schwerpunkt.

61. Wenn ein Theil eines festen Körpers in Bewegung gesetzt wird, so geräth der ganze Körper in Bewegung, wegen des Zusammenhangs der Theile unter einander; folglich wird auch der ganze Körper in Ruhe gehalten, wenn ein Theil desselben unbewegt ist. Man kann daher einen festen Körper zu fallen hindern, wenn man einen Theil desselben auf irgend eine Art zurückhält. Eine jede mechanische Zurückhaltung aber läuft am Ende auf eine totale oder partielle Unterstützung hinaus.

62. Die Unterstützung braucht nur an einer einzigen Stelle, in einem einzigen Punkt angebracht zu seyn; doch ist es weder gleichgültig, auf welche Art, noch in welchem Punkt. Hängt man den Körper auf, so kann das Band, das ihn zurückhält, an jeder Stelle befestigt seyn, in so fern es nur darauf ankommt, daß der Körper nicht falle. Soll er aber auf einer stehenden Unterlage frey ruhen, so muß der Unterstützungspunkt so gewählt werden, daß die Theile, die auf entgegengesetzten Seiten desselben liegen, einander im Gleichgewicht halten. Alsdann kann der Körper sich auf keine Seite neigen,

ohne die entgegenstehende in die Höhe zu heben; und da diese ein gleiches Bestreben äußert, jene zu erheben, so heben ihre Wirkungen einander auf, und der Körper bleibt in Ruhe.

Es kann in vielen Fällen eine Schwierigkeit haben, diesen Unterstützungspunkt zu finden; indessen ist die Möglichkeit davon, wenigstens bey vielen Körpern, leicht einzusehen.

63. Ist ein Körper nur in einem einzigen Punkt unterstützt, so muß die Unterlage unstreitig das ganze Gewicht desselben tragen. Der Körper wirkt also mit seinem ganzen Gewicht auf dieselbe, und es ist eben so viel, als ob sein ganzes Gewicht in einen einzigen Punkt vereinigt, gerade darüber läge. Diesen Punkt, in dem man sich das ganze Gewicht eines Körpers gleichsam vereinigt denken kann, nennt man seinen Schwerpunkt. Man denke sich einen Körper nach jeder seiner drey Dimensionen (der Länge, Breite und Dicke) durch eine Ebene in zwey Theile getheilt, die einander in Gleichgewicht halten können, so ist der Punkt, in welchem die drey Theilungs-Ebenen einander schneiden, der gedachte Schwerpunkt. Ein solcher Punkt findet also nur bey festen Körpern statt, deren Theile vermöge ihres Zusammenhangs durch ihr

gemeinschaftliches Gewicht eine Wirkung auf einen einzigen Punkt hervorbringen können.

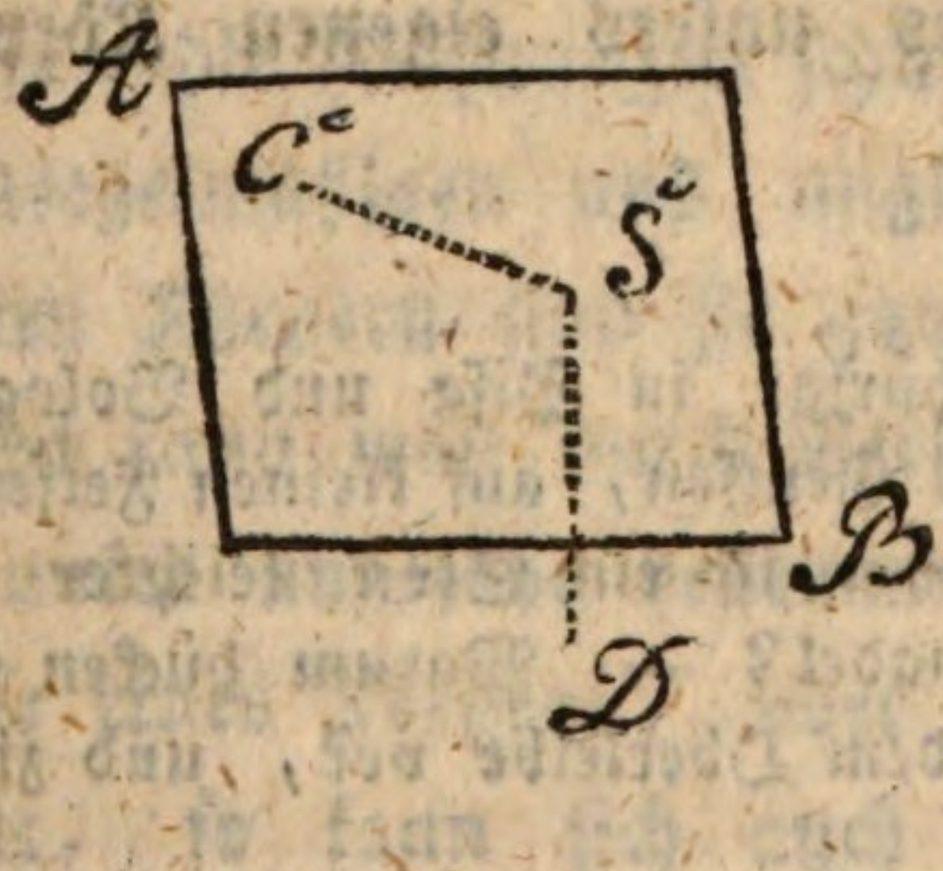
Bisweilen fällt der Schwerpunkt außerhalb der Materie des Körpers selbst, zwischen seine Theile.

64. Liegt die Unterstützung eines Körpers gerade unter seinem Schwerpunkt, so wird der Körper zwar nicht fallen; wenn sie aber so beschaffen ist, daß eine kleine Neigung des Körpers den Schwerpunkt aus der Richtung der Unterstützung herausbringt, so ist der Körper in Gefahr, leicht umzufallen. Will man daher dieß verhindern, so muß man die Unterstützungsfläche vergrößern. Es ist dabey nicht nöthig, daß der Schwerpunkt selbst unterstützt sey, sondern es ist genug, wenn die Theile um ihn her so unterstützt sind, daß die Vertikallinie durch denselben innerhalb der Unterstützungsfläche falle.

65. Bringt man die Unterstützung irgendwo gerade über dem Schwerpunkt an, so kann der Körper eben so wenig fallen; denn die Unterstützung wirkt der Kraft des Schwerpunkts gerade entgegen, und hebt sie daher auf. Wird sie aber zur Seite angebracht, so fällt der Schwerpunkt, und mit ihm der ganze Körper, wofern nicht die Unterstützung so beschaffen ist, daß sie

den Körper zurückhält. Alsdann senkt sich der Schwerpunkt bis unter den Aufhängungspunkt. Es sey z. B. ein Körper AB (Fig. 2.) in C aufgehängt, der Schwerpunkt aber liege in S; so wird dieser durch die Schwere nach der Richtung SD getrieben, durch den Zusammenhang der Theile aber nach C gezogen. Es entsteht daher eine Centralbewegung um den Punkt C: der Punkt S und mit ihm der ganze Körper dreht sich um diesen Punkt; und erst wenn S gerade unter C liegt, wird die Wirkung der Schwere durch die Unterstützung aufgehoben. Es ist daher eine Hauptregel, daß sich der Schwerpunkt eines Körpers immer so tief senkt, als es ihm nur durch die Gestalt und Lage desselben gestattet ist.

Fig. 2.



66. Wenn endlich die Unterstützung durch den Schwerpunkt selbst geht, oder, wenn der Körper im Schwerpunkt aufgehängt ist, so wird die Wirkung der Schwere unmittelbar dadurch aufgeho-

ben; folglich kann der Schwerpunkt nach keiner Seite fallen, der Körper mag übrigens eine Lage haben, welche er will. Daher bleibt ein Körper, der gerade im Schwerpunkt unterstützt ist, in jeder Lage schweben.

67. Bey unzähligen Dingen in der Welt haben wir auf ihren Schwerpunkt und die gehörige Unterstützung desselben Rücksicht zu nehmen. Je breiter die Grundfläche eines Körpers ist, desto fester steht er; indessen kann auch eine sehr schmale Unterstützung hinreichen, einen Körper von beträchtlicher Ausdehnung vor dem Fallen zu schützen. Die Kunst des Balancirens, des Seiltanzens gründet sich auf ein feines Gefühl der Lage des Schwerpunktes. Auch beym Stehen, Gehen, Sitzen, Liegen u. dergl. kommt die Lage des Schwerpunktes unsers eigenen Körpers in Betrachtung.

Schiefe Thürme in Pisa und Bologna. — Geschicklichkeit der Gemsen, auf kleinen Felsenspitzen zu stehen. — Warum ist ein Stock leichter zu balanciren als eine Stecknadel? — Warum bücken wir uns beym Aufstehen mit dem Oberleibe vor, und ziehen die Füße zurück?

68. Nicht blos aber bey ruhenden, sondern auch bey bewegten Körpern kommt viel auf ihren Schwerpunkt an. Die Wirkung eines Körpers

nehmlich ist, unter übrigens gleichen Umständen, am größten, wenn er mit seinem Schwerpunkt auf den andern Körper trifft. Denn da die Wirksamkeit eines Körpers zum Theil von seiner Masse abhängt, und diese im Schwerpunkt gleichsam vereinigt ist, so ist sie hier größer, als in jedem andern Theil; folglich ist auch die Wirksamkeit des Schwerpunktes größer, als jedes andern Theils.

Ein Balken, der uns auf den Fuß fällt, schadet mehr, wenn uns die Mitte, als wenn uns nur das Ende desselben trifft.

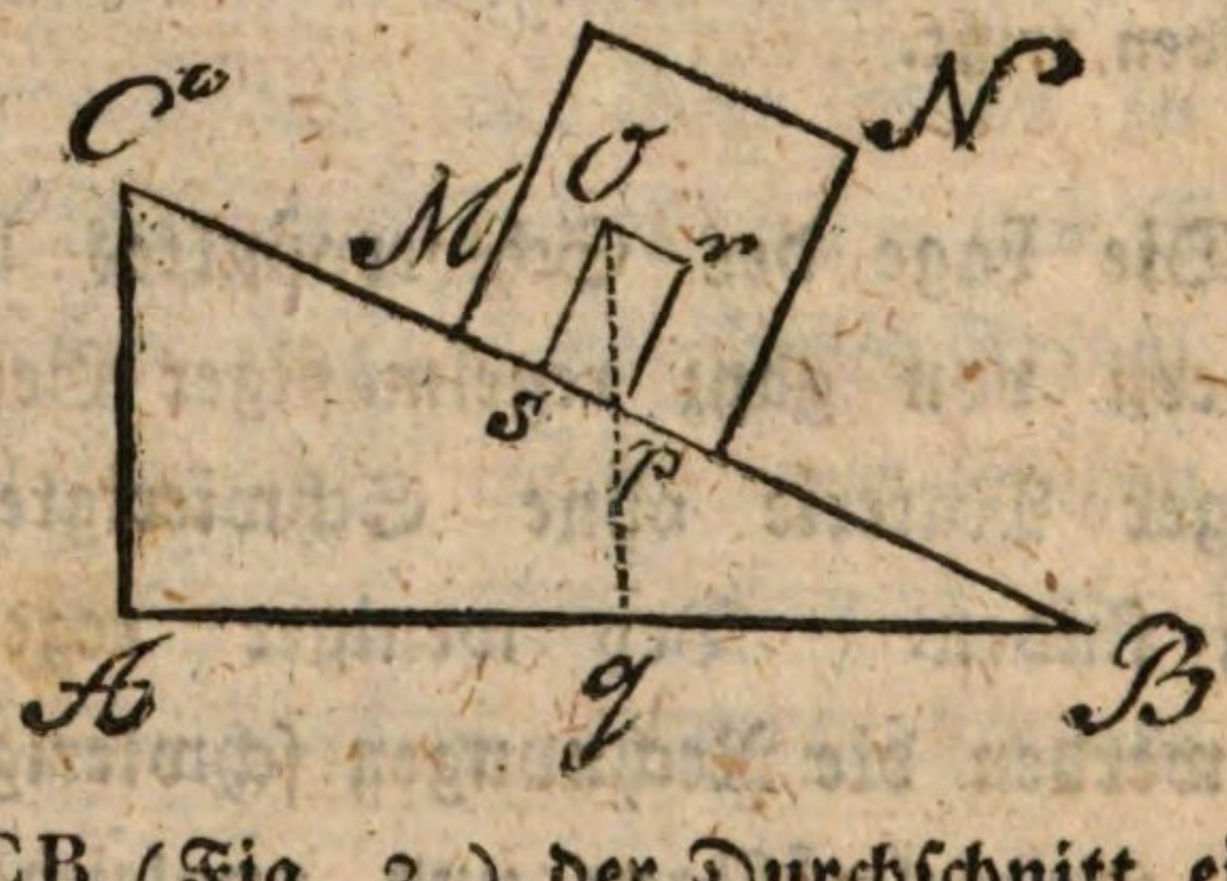
69. Die Lage des Schwerpunktes läßt sich bey Körpern von ganz regelmäßiger Gestalt und gleichartiger Materie ohne Schwierigkeit durch Rechnung finden. Bey weniger regelmäßigen Körpern werden die Rechnungen schwieriger, und bey ganz unregelmäßigen und ungleichartig zusammengesetzten Körpern sind sie ganz unanwendbar. Indessen kann man durch Versuche die Lage des Schwerpunkts ungefähr bestimmen. Aendert sich die Masse eines Körpers, oder wird sie anders vertheilt, so kann sich auch die Lage des Schwerpunktes ändern.

Chinesisches Burzelmännchen.

2. Von der schiefen Ebene.

70. Wenn ein Körper auf einer horizontalen Ebene ruht, so kann er nicht fallen, weil die Unterstützung der Schwere gerade entgegen wirkt. Ist aber die Ebene geneigt, so ist sie der Richtung der Schwere nicht gerade entgegengesetzt, hebt daher ihre Wirkung nicht ganz auf; folglich wird der Körper auf ihr hinunter getrieben.

Fig. 3.



Es sey CB (Fig. 3.) der Durchschnitt einer schiefen Ebene, die unter dem Winkel ABC gegen den Horizont geneigt ist, und MN der Durchschnitt des darauf befindlichen Körpers, dessen Schwerpunkt in O liege: so wird dieser in der Richtung Op gegen die Ebene gedrückt. Die Richtung Op läßt sich in die beyden andern Or und Os = rp zerlegen; alsdann drücken die Seiten des Dreyecks Orp das Verhältniß des ganzen Gewichts des Körpers oder der ganzen

Kraft zu dem Theil derselben, der den Körper gegen die Ebene drückt, und demjenigen Theile, der ihn von der Ebene herabwärts treibt, aus.

1. Aus geometrischen Gründen ist das Dreyeck Orp dem Dreyeck pqB, und dieses dem Dreyeck ACB ähnlich; folglich ist auch das Dreyeck Orp dem Dreyeck ACB ähnlich. Man drückt daher das oben erwähnte Verhältniß der Kräfte durch die Seiten des Dreyecks ACB aus. Es ist aber

BC : BA = 1 : cos. ABC
und BC : CA = 1 : sin. ABC

folglich verhält sich die ganze Kraft zu dem Theil derselben, der auf die Ebene drückt, wie 1 zum Cosinus des Neigungswinkels; und zu dem Theil, der den Körper hinunterwärts treibt, wie 1 zum Sinus dieses Winkels.

2. Hieraus ergiebt sich, was für eine Kraft man anwenden müsse, um zu verhindern, daß der Körper nicht herunter gleite.

3. Das Hinderniß, das die Reibung der freyen Bewegung des Körpers entgegenstellt, wird hier bey Seite gesetzt.

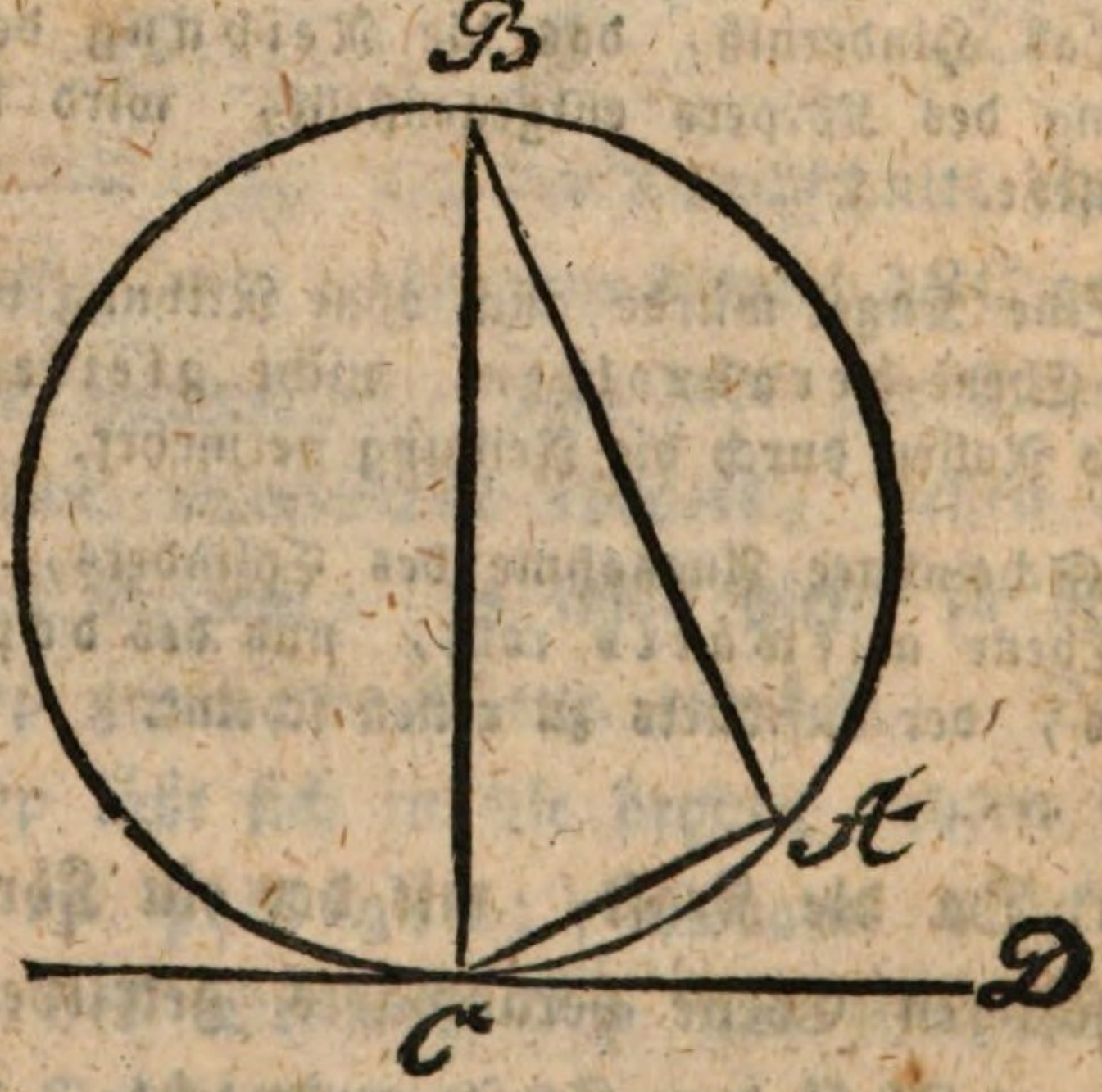
4. Eine Kugel würde auch ohne Reibung von einer schiefen Ebene herabrollen, nicht gleiten, doch wird das Rollen durch die Reibung vermehrt.

5. Scheinbare Ausnahme des Cylinders, der eine schiefe Ebene aufwärts rollt, und des doppelten Kegels, der aufwärts zu rollen scheint.

71. Da die Kraft, mit der ein Körper von einer schiefen Ebene herabwärts getrieben wird, nur einen Theil der Kraft ausmacht, mit der

er frey fallen würde, so kann er sich auch auf der schiefen Ebene nicht mit derselben Geschwindigkeit, wie durch einen freyen Raum, herabbewegen. Es verhalten sich aber die Geschwindigkeiten bewegter Körper, bey gleichen Massen, wie die bewegenden Kräfte, folglich wird auch die Geschwindigkeit eines Körpers im freyen Fall zu der auf der schiefen Ebene sich wie das ganze Gewicht des Körpers zu der Kraft, womit er von der schiefen Ebene herabgetrieben wird, oder wie BC : AC verhalten; das heißt: der Körper würde beym freyen Fall in eben der Zeit durch einen Raum = BC fallen, in der er sich auf der schiefen Ebene durch einen Raum = AC fortbewegt.

Fig. 4.



1. Beschreibt man um das rechtwinklichte Dreyeck ACB einen Kreis (Fig. 4.), und zieht eine Tangente

in C, so ist der Winkel ACD = B; folglich würde ein Körper in eben der Zeit durch einen Raum = BC, dem Durchmesser des Kreises, fallen, in der er sich auf AC, der Sehne des Kreises, herunter bewegte. Dieß gilt auch von jeder andern Sehne aus C.

2. Bewegt sich gleich ein Körper auf einer schiefen Ebene langsamer als im freyen Fall, so gelten doch auch hier die obigen Gesetze von der beschleunigten Bewegung fallender Körper.

72. Man kann von der schiefen Ebene einen Gebrauch in der Mechanik, zur Bewegung der Lasten, machen; denn da die schiefe Ebene einen Theil der Last trägt, so erleichtert sie dadurch die Bewegung derselben. Auch betrachtet man den Keil als eine doppelte schiefe Ebene. Die Wirkungsart desselben aber ist bey weitem nicht so einfach, als die der schiefen Ebene. Denn bey ihm wird nicht die Last auf der schiefen Ebene, sondern die schiefe Ebene gegen die Last bewegt; und was hier Last genannt wird, ist meistens eine Kraft, deren Größe und Richtung sich nicht so genau wie bey der Schwere bestimmen läßt. Daher findet auch in der Theorie vom Keil nicht die Uebereinstimmung wie in der Theorie der schiefen Ebene statt. Nicht anders ist es mit der Schraube beschaffen, die sich gewissermaßen auch als eine schiefe Ebene betrachten läßt.

Viele Werkzeuge des gemeinen Lebens sind keilförmig, als: Messer, Meißel, Nägel, Nadeln.

Die Theorie des Keils und der Schraube, als Werkzeuge der Kunst, gehört mehr für die Mathematik, als für die Physik.

3. Vom Pendel.

73. Wenn man anstatt der schiefen Ebene sich eine ausgehöhlte krumme Fläche, und auf ihr einen schweren Körper denkt, so ist leicht einzusehen, daß die Bewegung desselben durch die Fläche, auf eine ähnliche Art wie durch die Ebene, beschränkt, und nach Verschiedenheit der Fläche verschiedentlich abgeändert werden muß. Die Kraft, mit welcher der Körper herunterwärts getrieben wird, und die Geschwindigkeit, die er dadurch an jeder Stelle der krummen Fläche erlangt, allgemein zu bestimmen, ist eine Aufgabe der höhern Mechanik. Hier bleiben wir bey dem besondern Fall stehen, daß die krumme Fläche kreisförmig sey.

74. Es befinde sich also ein schwerer Körper in A (Fig. 5.) an dem einen Ende der kreisförmigen Fläche ACB, so wird er mit zunehmender Geschwindigkeit auf der Fläche herabgleiten, und wenn er an die tiefste Stelle in C gekom-

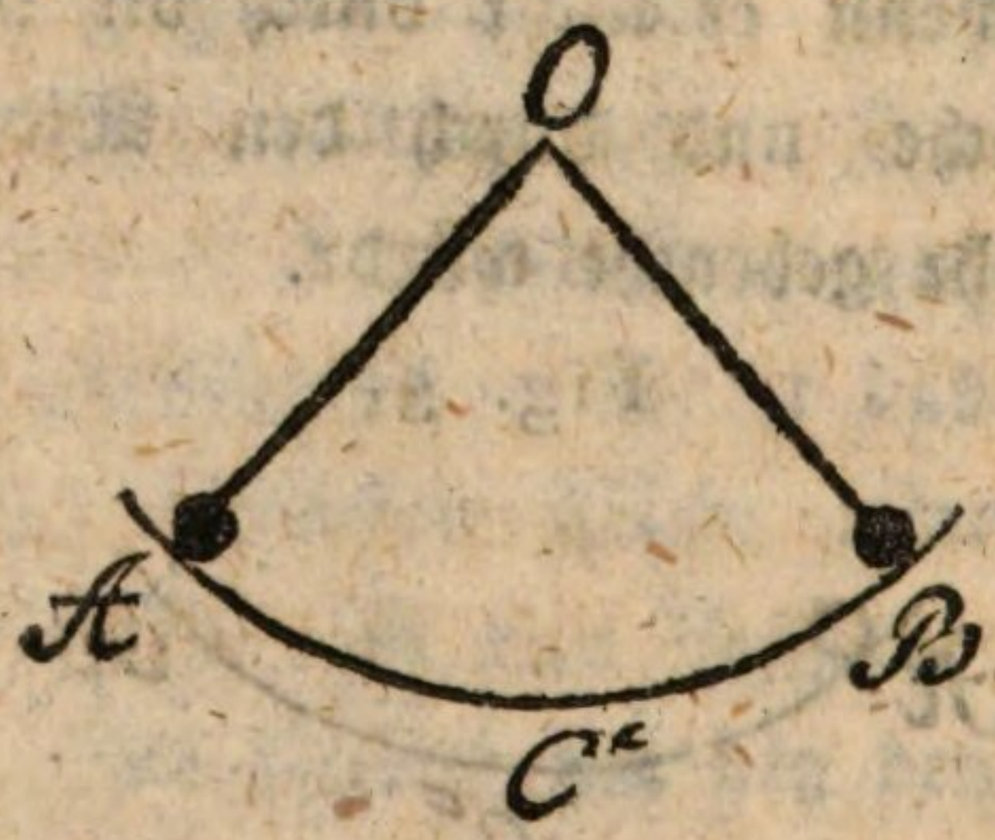
men ist, wird seine Geschwindigkeit am größten seyn. Er bleibt daher nicht in C ruhen, sondern bewegt sich weiter fort; da aber die Gestalt der Fläche ihn jetzt in gleicher Krümmung aufwärts führt, als sie ihn vorher herabgeführt hatte, so wird seine Bewegung jetzt in eben dem Maße vermindert, als sie vorher beschleunigt ward. Der Körper steigt also eben so hoch, als er gefallen war, das heißt, er durchläuft einen Bogen CB = AC. Von B fällt er wieder zurück, erlangt in C wieder die größte Geschwindigkeit, und steigt dadurch bis A. So würde er unaufhörlich von A nach B, und von B nach A gehen, wenn er nicht durch die Reibung gegen die Fläche und durch den Widerstand der Luft zur Ruhe gebracht würde.

Fig. 5.

75. Anstatt der krummen Fläche kann man annehmen, der Körper sey im Mittelpunkt O des Bogens ACB (Fig. 6.) an einem Faden aufgehängt. Durch den Faden, als den Halbmesser der krummen Fläche, wird die Bewegung des Körpers auf eben die Art, als durch die Fläche selbst beschränkt. Folglich wird der Körper auch

an dem Faden von A nach B, und von B nach A gehen, und diese hin- und hergehende Bewegung so lange fortsetzen, als er nicht durch irgend einen Widerstand aufgehalten wird. Eine solche Vorrichtung aber heißt ein Pendel, und die hin- und hergehenden Bewegungen desselben heißen Schwingungen (oscillationes). Man denke sich hierbey den Faden selbst ohne Schwere, und den Körper blos als einen schweren Punkt. Unter dieser Voraussetzung heißt das Pendel ein einfaches oder mathematisches Pendel.

Fig. 6.



76. Vergleicht man die Bewegung des schwingenden Körpers durch den Bogen AC mit dem Fall eines Körpers durch die Sehne dieses Bogens, so ist zwar die Sehne kürzer als der Bogen; hieraus folgt aber nicht, daß der Körper auf der Sehne in kürzerer Zeit nach C kommen würde, als der andere, der durch den

Bogen fällt. Denn die Sehne weicht von der Horizontal-Linie weniger ab, als der obere Theil des Bogens; folglich bekommt der durch den Bogen fallende Körper gleich im Anfange eine größere Geschwindigkeit, und langt wirklich eher in C an, als der durch die Sehne fallende Körper. Dieß ist selbst alsdann noch der Fall, wenn man Sehne und Bogen unendlich klein annimmt. Denn auch ein unendlich kleiner Unterschied in der Lage kann bey unendlich kleinen Größen einen merklichen Unterschied hervorbringen.

1. Die höhere Mechanik lehrt, daß bey kleinen Bogen die Zeit, die ein Körper braucht, um durch den Bogen zu fallen, sich zu der Fallzeit durch die Sehne, wie der vierte Theil der Peripherie zum Durchmesser, d. i. wie 785:1000 verhält.

2. Obgleich ein Körper durch alle Sehnen eines Halbkreises in einerley Zeit fällt (71, 1.), so sind doch die Schwingungen durch verschiedene Bogen desselben Kreises nicht völlig von gleicher Dauer.

77. Da ein Körper in eben der Zeit durch die Sehne im Halbkreise, als durch den Durchmesser desselben fällt, so verhalten sich die Zeiten, in denen er durch die Sehnen verschiedener Halbkreise fällt, wie die Quadratwurzeln ihrer Durchmesser (53.) Hiervon läßt sich auch eine Anwendung auf die Pendelschwingungen in kleinen Bogen machen,

da das Verhältniß der Dauer dieser Schwingungen zu der Fallzeit durch die Sehne, nach der Anmerkung zum vorhergehenden Paragraphen, auch bey den verschiedensten Kreisen dasselbe ist. Folglich verhalten sich die Schwingungszeiten verschiedener Pendel, wie die Quadratwurzeln der Durchmesser der Kreise, in deren Bogen sie schwingen; oder da die Durchmesser sich wie die Halbmesser verhalten, und die Pendel selbst die Halbmesser der Kreise sind, in deren Bogen sie schwingen, so verhalten sich die Schwingungszeiten der Pendel wie die Quadratwurzeln der Pendellängen.

78. Hieraus lassen sich noch folgende Regeln herleiten:

1. Pendel von gleicher Länge haben Schwingungen von gleicher Dauer.
2. Je kürzer ein Pendel ist, desto schneller sind seine Schwingungen; und je länger es ist, desto langsamere Schwingungen macht es.
3. Die Längen der Pendel verhalten sich wie die Quadrate ihrer Schwingungszeiten.

1. Die Länge des Secunden-Pendels zu Gotha beträgt nach Herrn v. Zachs Bestimmung 440,693 pariser Linien oder 3 Fuß 0 Zoll 8,693 Linien.

2. Die Schwingungen gleich langer Pendel sind nicht an allen Orten der Erde gleich.

79. Die Gesetze des mathematischen Pendels lassen sich auch auf das physische oder zusammengesetzte Pendel, das heißt, auf ein Pendel, dessen Linie selbst schwer ist, und dessen schwerer Körper eine merkliche Größe hat, anwenden. Die Schwierigkeit aber bey einem solchen Pendel ist, seine wahre Länge zu bestimmen, oder die Länge des mathematischen Pendels zu finden, mit dem es gleiche Schwingungen macht. Denn da ein jeder Punkt des physischen Pendels schwer ist, so sollte auch ein jeder, nach seiner verschiedenen Entfernung vom Aufhängungspunkt, eine andere Schwingung machen; dieß ist aber wegen des Zusammenhangs der Theile nicht möglich. Folglich werden die Schwingungen des einen Theils durch die Schwingungen des andern gestört, und aus diesen wechselseitigen Störungen entspringt eine gewisse mittlere Schwingung. Diese zu bestimmen ist eine Aufgabe der höhern Mechanik. Der Punkt des physischen Pendels, bis zu welchem man die wahre Länge desselben vom Aufhängungspunkte an zu rechnen hat, heißt der Mittelpunkt der Schwingung (centrum oscillationis).

1. Pendel sind für unsere Zeitbestimmung von großer Wichtigkeit geworden. — Pendeluhren. Rostförmige oder Galgenartige Pendel.

2. Die Gesetze vom Pendel finden noch bey vielen andern schwingenden Körpern ihre Anwendung.

---

4. Vom Stoße.

80. Wenn ein bewegter fester Körper auf einen andern Körper trifft, so übt er vermöge seiner Geschwindigkeit und seiner Masse auf diesen eine Wirkung aus, die überhaupt ein Stoß heißt. Die Erscheinungen, die dadurch hervorgebracht werden, sind, unter übrigens gleichen Umständen, verschieden, wenn die Körper von verschiedener Beschaffenheit sind. Man unterscheidet in dieser Rücksicht vornehmlich zwey Fälle: 1) wenn die Körper hart, 2) wenn sie elastisch sind. Auch erleichtert es die Betrachtung, wenn man annimmt, daß die Richtung des Stoßes durch die Schwerpunkte beyder Körper gehe, oder, daß der Stoß central sey.

1. Hart nennt man einen Körper, der sich durch keine äußerliche Gewalt zusammendrücken läßt; elastisch den, dessen Theile sich nicht nur zusammendrücken oder ausdehnen lassen, sondern auch, wenn die äußere Gewalt aufhört, mit gleicher Gewalt in ihre vorige Lage zurückspringen.

2. Geht die Richtung des Stoßes nicht durch die Schwerpunkte beyder Körper, so ist der Stoß ein schiefer Stoß. So nennt man auch den Stoß, der ge-

gen eine Ebene unter einem schiefen Winkel geht; dagegen der, welcher senkrecht auf die Ebene geschieht, ein gerader Stoß heißt.

---

a. Vom Stoße harter Körper.

81. Wenn zwey harte Körper von gleicher Masse sich mit gleicher Geschwindigkeit gerade gegen einander bewegen, so heben ihre Wirkungen einander auf, und die Körper bleiben nach dem Zusammenstoßen in Ruhe. Denn die Größen ihrer Bewegung sind alsdann einander gleich, und da die Richtungen einander entgegengesetzt sind, so ist es eben so, als ob zwey gleiche einander entgegengesetzte Kräfte auf einen Körper wirken. — Dasselbe muß erfolgen, wenn die Massen ungleich sind, und die Geschwindigkeiten sich umgekehrt wie die Massen verhalten. Denn auch in diesem Fall sind die Größen der Bewegung einander gleich, folglich die Wirkungen der Körper auf einander gleich groß.

82. Hat aber einer von beyden Körpern eine stärkere Größe der Bewegung, als der andere, so heben beyde Wirkungen, bey dem Zusammenstoßen in entgegengesetzter Richtung, einander nicht vollkommen auf, sondern die stärkere wird nur um

so viel vermindert, als die schwächere beträgt; die schwächere aber wird ganz vernichtet. Folglich wirkt die stärkere noch mit dem Ueberschuß ihrer Kraft, und treibt ihren Körper in der anfänglichen Richtung fort. Dieser kann sich aber nicht weiter bewegen, ohne den andern ihm im Wege stehenden Körper mit fortzuführen. Daher vertheilt sich gleichsam die noch übrige Kraft unter die Masse beyder Körper gleichförmig, und beyde Körper bewegen sich nunmehr mit gleicher Geschwindigkeit, und in der Richtung desjenigen Körpers, der die stärkere Größe der Bewegung hatte, fort.

1. Es sey die stärkere Größe der Bewegung = MC; die schwächere = mc (indem M und m die Massen der Körper, und C, c ihre Geschwindigkeiten bedeuten (42.)): so ist die Kraft nach dem Zusammenstoß = MC — mc. Diese vertheilt sich unter die Massen beyder Körper (M + m), und bringt in beyden eine Geschwindigkeit = x hervor. Es ist also (M + m) x = MC — mc; folglich $x = \frac{MC - mc}{M + m.}$

2. Hieraus lassen sich auch die übrigen Fälle herleiten.

a) ist c = o, das heißt, ruht der eine Körper, so wird $x = \frac{MC}{M+m.}$

b) bewegen sich beyde Körper vor dem Stoße nach einerley Richtung, so kann man c als das Entgegengesetzte von dem obigen c ansehen und so wird $x = \frac{MC + mc}{M + m.}$

c) ist der ruhende Körper zugleich fest oder unbeweglich, so ist es so gut, als ob m unendlich groß wäre, und dann ist $x = o$.

3. Setzt man in diesen Formeln $M = m$ oder $C = c$, so erhält man die Geschwindigkeit der Körper nach dem Stoß in dem Fall, daß ihre Massen, oder ihre Geschwindigkeiten vor dem Stoß, einander gleich sind.

4. Da kein Körper in der Natur vollkommen hart ist, so erleiden diese Regeln bey der Anwendung auf physische Körper einige Einschränkung.

---

b. Vom Stoß elastischer Körper.

83. Bey dem Stoß elastischer Körper kann man eine zwiefache Wirkung unterscheiden: 1) die Wirkung, die der Stoß unmittelbar auf die Bewegung der Körper hat; 2) die Veränderung, die durch die Rückwirkung der Elastizität in ihrer Bewegung hervorgebracht wird. Denn so groß die Wirkung ist, welche die Körper beym Zusammenstoßen ohne Rücksicht auf ihre Elastizität auf einander ausüben, so stark werden die elastischen Theile beyder zusammengedrückt, und so stark ist folglich die Gewalt, mit der diese in ihre natürliche Lage zurücktreten.

84. Wenn daher ein Paar elastische Körper von gleicher Masse und gleicher Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung auf einander stoßen, so

heben die Größen ihrer Bewegung einander gegenseitig auf, und ohne Elastizität würden die Körper stille liegen. Allein ihre Elastizität macht, daß die Theile eines jeden so stark zusammengedrückt werden, als die Wirkung, die er auf den andern Körper ausübt und von diesem erleidet, und das ist in diesem Fall so viel, als die Größe der Bewegung eines jeden vor dem Zusammenstoßen betrug. Mit eben dieser Stärke also springen die elastischen Theile von beyden zurück, und wirken dabey auf den entgegenstehenden Körper. Folglich werden beyde Körper mit gleicher Stärke, und zwar mit einer Stärke, die so groß ist, als die Größe ihrer Bewegung vor dem Stoß, zurückgetrieben, und prallen daher mit eben der Geschwindigkeit von einander ab, mit der sie sich gegen einander bewegt hatten.

85. Haben aber die Körper vor dem Zusammenstoßen verschiedene Größen der Bewegung, so ist auch ihr Verhalten nach dem Stoß verschieden. Man setze, es stoßen beyde in entgegengesetzter Richtung auf einander, so kann man sich denken, daß die Kraft eines jeden sich unter die Masse beyder Körper gleichförmig vertheile. Dadurch verliert ein jeder von seiner Kraft 1) so viel, als er dem andern Körper mittheilt; 2) so viel, als ihm von dem

andern mitgetheilt wird, weil die mitgetheilte und die eigene Kraft einander entgegengesetzt sind. Folglich ist der Verlust eines jeden gleich groß; und da er eine Folge sowohl von der Wirkung ist, die einer auf den andern ausübt, als die er von dem andern erleidet, so werden auch die elastischen Theile eines jeden so stark zusammengedrückt, als jener Verlust beträgt; folglich die Theile beyder gleich stark. Mit dieser Stärke wirken sie also auch, indem sie in ihre natürliche Lage zurücktreten, auf den entgegenstehenden Körper zurück, und vermindern seine ursprüngliche Kraft noch um so viel. Ein jeder Körper verliert daher von seiner ursprünglichen Kraft doppelt so viel, als der unter Nr. 1 und 2. angegebene Verlust beträgt.

1. Hiernach läßt sich die Größe und Richtung der Bewegung beyder Körper nach dem Stoße durch eine leichte Rechnung finden. Es sey der eine Körper A, und seine Größe der Bewegung = MC; der andere Körper B, und seine Größe der Bewegung = mc. Vertheilen sich nun diese Kräfte beym Zusammenstoßen unter die Massen beyder Körper, so ist das, was A an B mittheilt $= \frac{MC}{M+m} \cdot m$; und das, was ihm von B mitgetheilt wird $= \frac{mc}{M+m} \cdot M$; folglich der Verlust, den jeder Körper hierdurch erleidet $= \frac{MC}{M+m} \cdot m + \frac{mc}{M+m} \cdot M = \frac{Mm}{M+m} \cdot (C+c)$. Eben

so viel beträgt nun auch die Verminderung durch die Elastizität; folglich ist der gesammte Verlust eines jeden Körpers $= 2 \frac{Mm}{M+m} (C + c)$. Mithin ist die Größe der Bewegung von A nach dem Stoß $= MC - 2 \frac{Mm}{M+m} (C + c)$, und seine Geschwindigkeit $= C - \frac{2\,m\,(C+c)}{M+m}$, ein Ausdruck, wo C größer, eben so groß, oder kleiner als $\frac{2\,m\,(C+c)}{M+m}$ werden kann, zum Beweis, daß A in seiner Richtung fortgehen, oder stille stehen, oder zurückprallen kann.

2. Die Größe der Bewegung von B nach dem Stoß ist $= mc - 2 \frac{Mm}{M+m} (C + c)$, und seine Geschwindigkeit $= c - \frac{2\,M\,(C+c)}{M+m}$, ein Ausdruck, von dem etwas ähnliches, wie von dem Ausdruck für A gilt; wiewohl er, so lange $M > m$ ist, allemal negativ wird.

3. Setzt man die Massen beyder Körper gleich, also $M = m$, so wird die Geschwindigkeit von A $= C - \frac{2\,M\,(C+c)}{2\,M} = -c$; und die Geschwindigkeit von B $= c - \frac{2\,M\,(C+c)}{2\,M} = -C$, das heißt: die Körper prallen mit verwechselten Geschwindigkeiten zurück.

86. Aus den gefundenen Formeln für den Fall, da die Bewegung von A und B vor dem Stoße einander entgegengesetzt ist, lassen sich auch die Formeln für die beyden übrigen Fälle, nehmlich, da B vor dem Stoße ruht, und da es mit A nach einerley Richtung geht, herleiten.

Im erstern Fall wird $c = 0$; folglich die Geschwindigkeit von $A = C - \frac{2mC}{M+m} = \frac{M-m}{M+m} \cdot C$; die Geschwindigkeit von $B = -\frac{2MC}{M+m}$, ein negativer Ausdruck, welcher eine der vorhin angenommenen Richtung von c entgegengesetzte Richtung anzeigt.

Wird hier $M = m$ gesetzt, so wird die Geschwindigkeit von $A = 0$; die von $B = -C$, das heißt, A bleibt ruhen, und B erhält die ganze Geschwindigkeit von A in der entgegengesetzten Richtung von c.

87. Im letztern Fall, da A und B vor dem Stoße nach einerley Richtung gehen, muß c dem oben angenommenen c entgegengesetzt, folglich negativ gesetzt werden. Folglich ist die Geschwindigkeit von A nach dem Stoß $= C - \frac{2m(C-c)}{M+m}$ und die Geschwindigkeit von $B = -C - \frac{2M(C-c)}{M+m}$.

1. Für $M = m$ wird hier die Geschwindigkeit von $A = +c$ und die Geschwindigkeit von $B = -C$, d. h. beyde gehen in ihren anfänglichen Richtungen, nur mit verwechselten Geschwindigkeiten, fort.

2. Hängt man eine Reihe gleich großer elastischer Kugeln so auf, daß eine gerade Linie durch die Mittelpunkte aller geht, und läßt die erste gegen die zweyte in der Richtung dieser Linie stoßen, so bleiben alle in

Ruhe, und nur die letzte prallt ab; läßt man die beyden ersten gegen die dritte schlagen, so springen die beyden letzten ab u. s. w.

3. Wäre die erste Kugel noch einmal so groß, als die zweyte, diese noch einmal so groß, als die dritte u. s. w. — jede noch einmal so groß, als die darauf folgende — und die ganze Reihe bestände aus hundert Kugeln, so brauchte die erste nur mit einer Geschwindigkeit von einem Fuß in einer Secunde gegen die zweyte zu stoßen, und die letzte würde mit einer Geschwindigkeit von mehr als hundert Millionen Meilen in einer Secunde fortfliegen, folglich den Weg von der Erde bis zur Sonne, wozu das Licht acht Minuten braucht, in zwey Secunden fünfmal hin und her machen können.

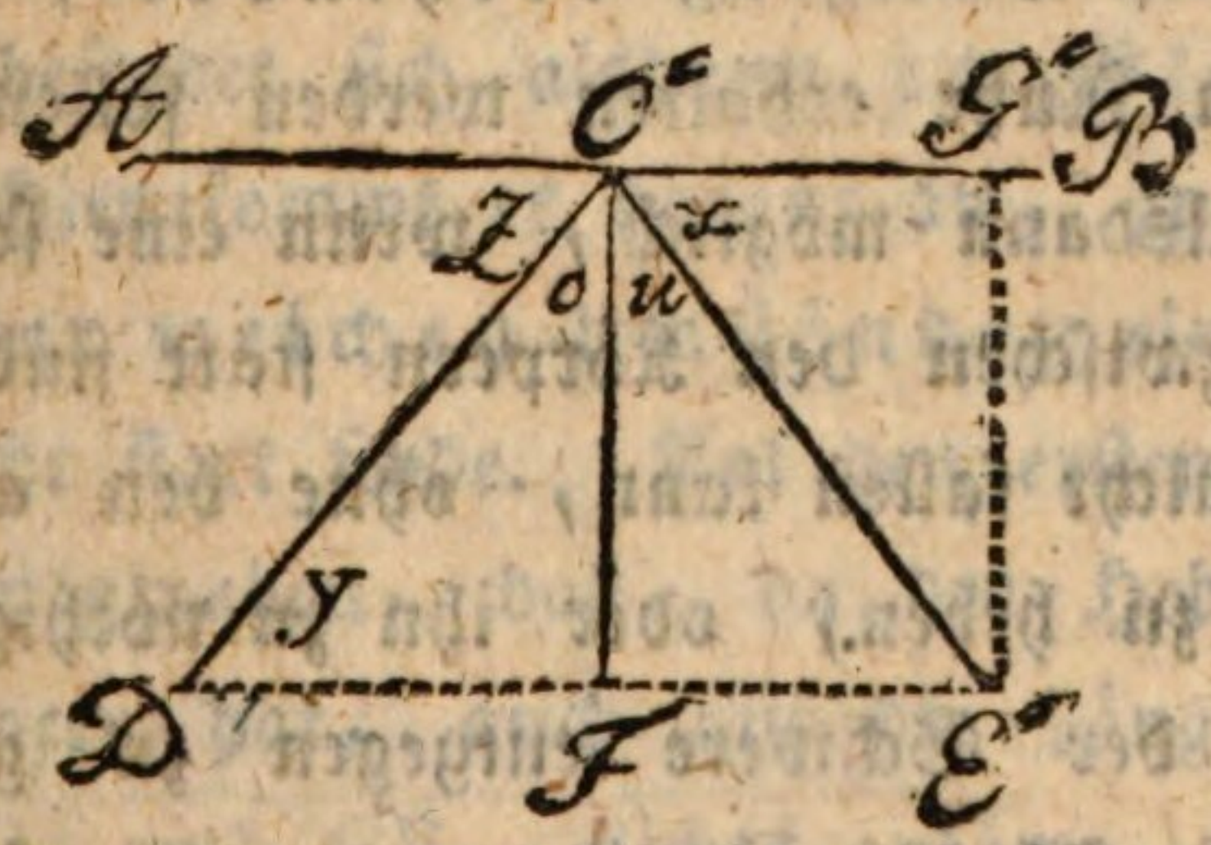
88. Stößt ein elastischer Körper senkrecht an eine harte und befestigte Ebene, oder ein harter Körper an eine elastische befestigte Ebene, so prallt er mit eben der Geschwindigkeit zurück, mit der er sich gegen die Ebene bewegt hatte. Denn die ganze Größe der Bewegung wird bey dem Zusammenstoßen darauf verwandt, die elastischen Theile des Körpers oder der Ebene zusammen zu drücken; folglich springen diese mit gleicher Kraft wieder zurück, und treiben den Körper rückwärts.

Auch von einer elastischen feststehenden Ebene prallt ein elastischer Körper mit eben der Geschwindigkeit zurück, mit der er anstieß.

89. Bewegt sich der Körper unter einem schiefen Winkel gegen die Ebene, so läßt

sich die Kraft, mit der er aufstößt, in zweye zerlegen, wovon die eine ihn senkrecht gegen die Ebene treibt, und die andere parallel mit ihr. Es sey AB (Fig. 7.) die reflectirende Ebene, und DC die Richtung, in welcher der Körper aufs fällt, so läßt sich diese in DF und FC zerlegen (48.). Durch jene wird er von C aus mit DF parallel, also nach G; und durch diese, vers möge seiner Elastizität, nach F zurückgetrieben; er geht also nach einer mittlern Richtung, nach CE, zurück. Es läßt sich aber leicht darthun, daß das Dreyeck CFD = CGE; folglich der Winkel x = y = z ist. Folglich pralt der Körper unter einem eben so großen Winkel zurück, als der ist, unter dem er auffällt.

Fig. 7.



1. Der Winkel z heißt der Einfallswinkel; x der Reflexionswinkel; auch giebt man wohl den Winkeln o und u, die ebenfalls einander gleich sind, diese Namen. Das Perpendikel FC heißt das Einfallsloth.

2. Auch in andern Fällen, sowohl bey harten als elastischen Körpern, läßt sich der schiefe Stoß in zwey

Richtungen zerlegen, wovon die eine durch beyder Körper Schwerpunkte, und die andere auf diese Linie senkrecht geht.

3. Anwendung auf die Bewegung der Windmühlen, auf das Segeln der Schiffe, auf das Billardspielen.

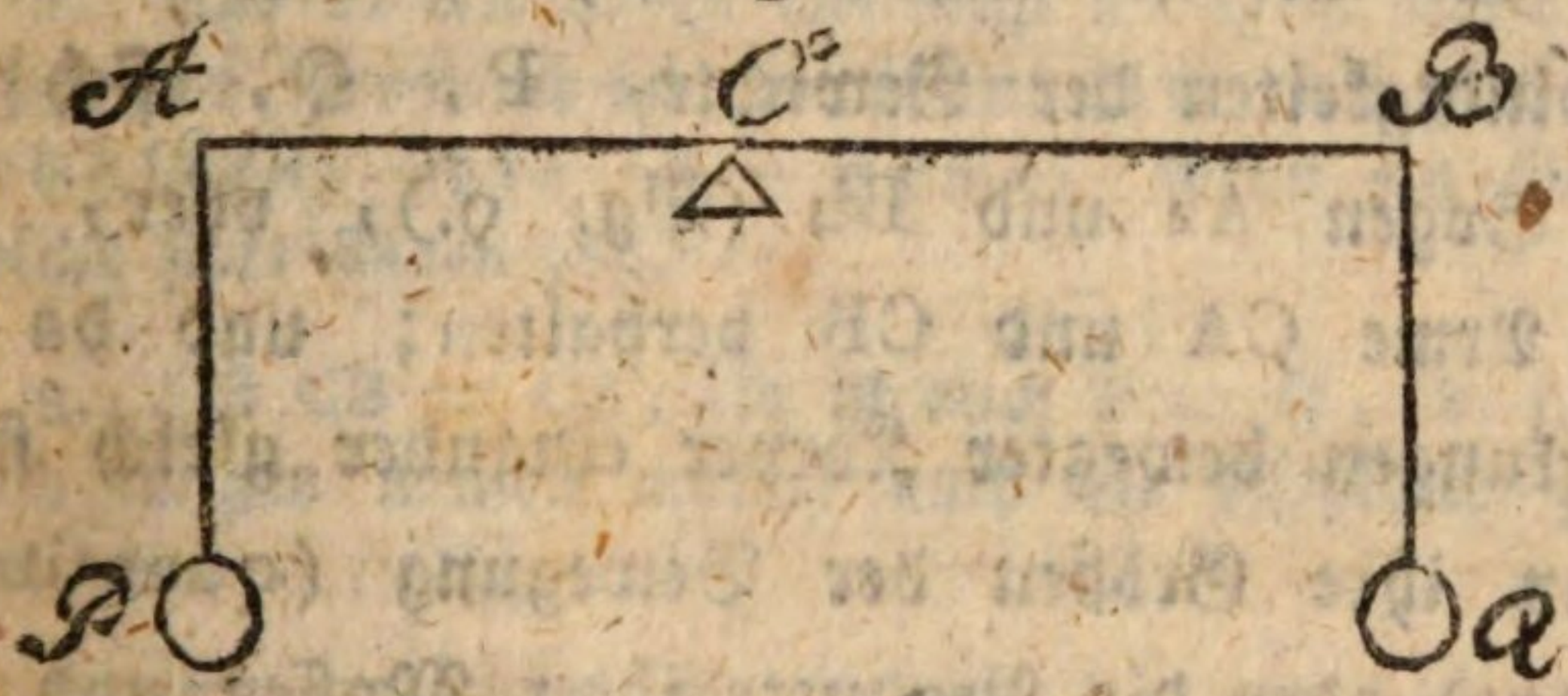
---

5. Vom Hebel und von der Rolle.

90. So wie man beym Stoß die Wirkung bewegter Körper auf einander betrachtet, indem man sie sich blos als träge Massen denkt; so läßt sich auch die Wirkung ruhender, aber schwerer Körper auf einander in Betrachtung ziehen, und zwar mit der besondern Bestimmung, daß dadurch Bewegung verhindert, oder die Körper in Ruhe erhalten werden sollen. Dieß ist nur alsdann möglich, wenn eine solche Verbindung zwischen den Körpern statt findet, daß der eine nicht fallen kann, ohne den andern in die Höhe zu heben, oder ihn zu nöthigen, der Richtung der Schwere entgegen zu gehen. — Man denke sich eine gerade und unbiegsame Linie, AB (Fig. 8.) die selbst keine Schwere hat, in irgend einem Punkt C unterstützt, und an beyden Enden A und B mit Gewichten P, Q beschwert, so ist klar, daß keines dieser Gewichte fallen kann, ohne das andere in die Höhe zu

heben. Eine solche Vorrichtung heißt ein mathematischer Hebel (vectis geometricus). C die Unterstützung, Unterlage (hypomochlium), und die Gewichte werden wohl durch die Benennungen Kraft und Last unterschieden.

Fig. 8.

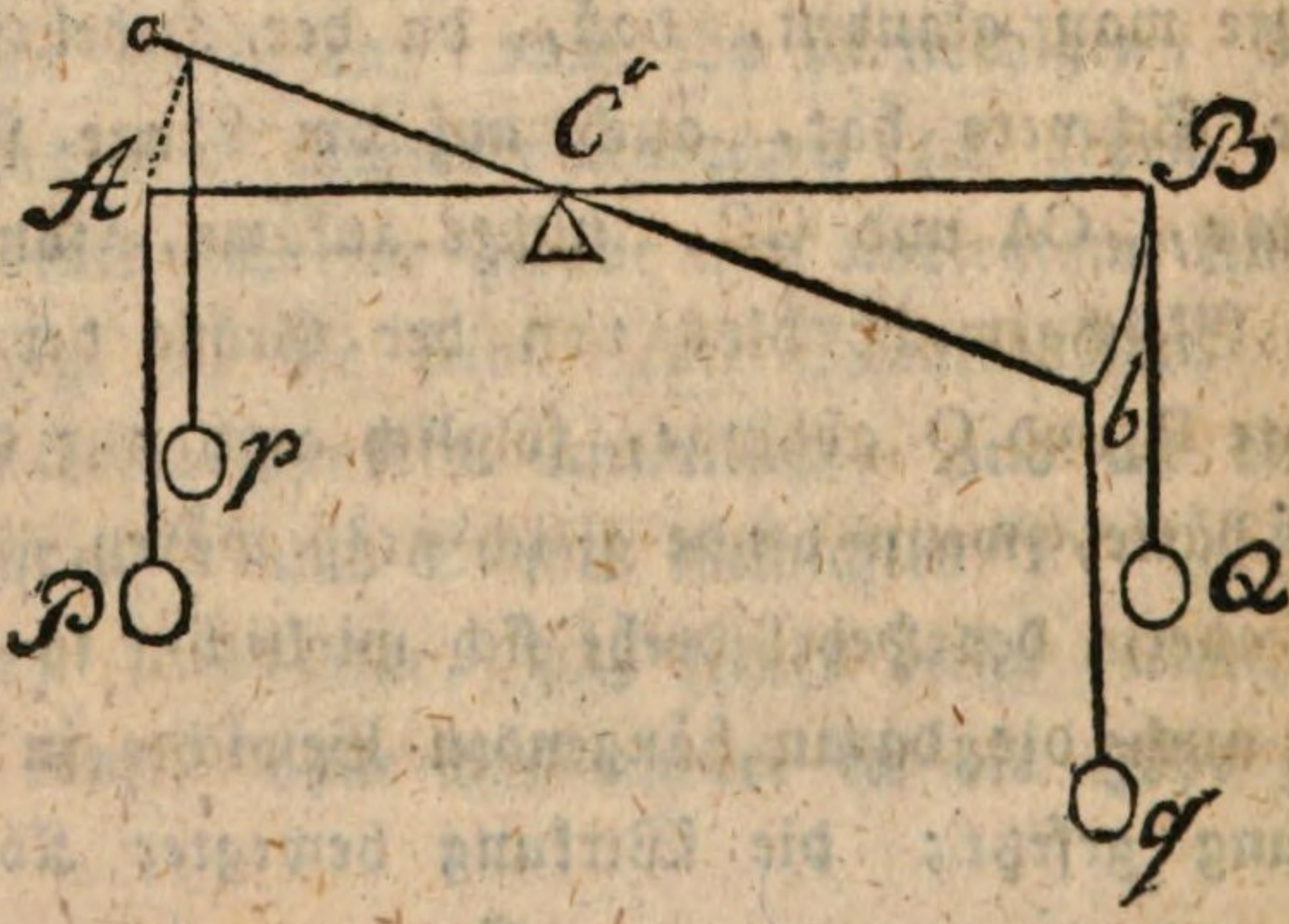


91. Wenn Kraft und Last ein gleiches Bestreben haben, den Hebel um den Punkt C zu drehen, so heben ihre Wirkungen einander auf; keines der Gewichte kann wirklich sinken, und der Hebel befindet sich alsdann im Gleichgewicht. Hier kommt es darauf an, zu bestimmen, unter welchen Umständen ein solches Gleichgewicht statt finde. Auf den ersten Anblick könnte man glauben, daß, da der Hebel selbst keine Schwere hat, auch auf die Länge seiner Arme, CA und CB, nichts ankäme, sondern das Gleichgewicht blos von der Größe der Gewichte P und Q abhinge, folglich auch nur dann statt hätte, wenn beyde gleich groß wären. Gesetzt aber, der Hebel drehe sich wirklich, so werden auch die daran hängenden Gewichte in Bewegung gesetzt; die Wirkung bewegter Körper

aber hängt nicht blos von ihrer Größe, sondern auch von ihrer Geschwindigkeit ab. Man muß also auch hier auf die Geschwindigkeit, welche die Gewichte bey entstehender Bewegung erhalten würden, Rücksicht nehmen.

92. Es ist leicht einzusehen, daß die Geschwindigkeiten der Gewichte, P, Q, sich wie die Bogen Aa und Bb (Fig. 9.), oder, wie die Arme CA und CB verhalten; und da die Wirkungen bewegter Körper einander gleich sind, wenn ihre Größen der Bewegung (quantitates motus) oder die Producte ihrer Massen und Geschwindigkeiten einander gleich sind: so müssen auch die Wirkungen der Gewichte am Hebel einander gleich seyn, wenn die Producte ihrer Massen und der Arme, an denen sie hängen, einander gleich sind, oder, wenn P. CA = Q. CB ist; und dann ist der Hebel im Gleichgewicht.

Fig. 9.



1. Es ist kein Einwurf gegen diese Darstellung, daß beym Hebel im Gleichgewicht Kraft und Last gar keine Bewegung haben; denn eben die Umstände, die jede noch so kleine entstandene Bewegung zu hemmen im Stande sind, verhindern die Entstehung der Bewegung selbst — und dieß ist der Zustand des Gleichgewichts.

2. Aus P. CA = Q. CB folgt P : Q = CB : CA, d. h. die Gewichte müssen sich umgekehrt verhalten, wie ihre Arme, wenn ein Gleichgewicht statt finden soll.

3. Ist CB = CA, so ist auch P = Q, d. i. bey gleich langen Armen müssen auch die Gewichte gleich seyn.

4. Die Producte P. CA und Q. CB nennt man auch die Momente am Hebel oder die statischen Momente.

5. Die eben beschriebene Art von Hebel heißt der doppelarmige oder Hebel der ersten Art (vectis heterodromus s. primae speciei).

93. Man kann sich auch denken, der Hebel drehe sich um seinen einen Endpunkt frey herum, und Kraft und Last liegen auf derselben Seite des Unterstützungspunktes — dann entsteht der einarmige Hebel oder der Hebel der zweyten Art (vectis homodromus s. secundae speciei). Auch für diesen gilt dasselbe Gesetz, das bey dem Hebel der ersten Art statt findet, nehmlich, daß ein Gleichgewicht entsteht, wenn die Gewichte sich umgekehrt verhalten, wie ihre Entfernungen vom

Unterstützungspunkte, nur müssen sie nach entgegengesetzten Richtungen, das eine aufwärts, das andere unterwärts, wirken.

Wirken Kraft und Last schief auf den Hebel, so läßt sich durch Zerlegung der Kräfte leicht darthun, daß sie sich umgekehrt wie die Perpendikel aus dem Unterstützungspunkt auf die Richtungen der Kräfte verhalten müssen, um ein Gleichgewicht hervorzubringen. Etwas ähnliches gilt vom Winkelhebel (vectis angularis).

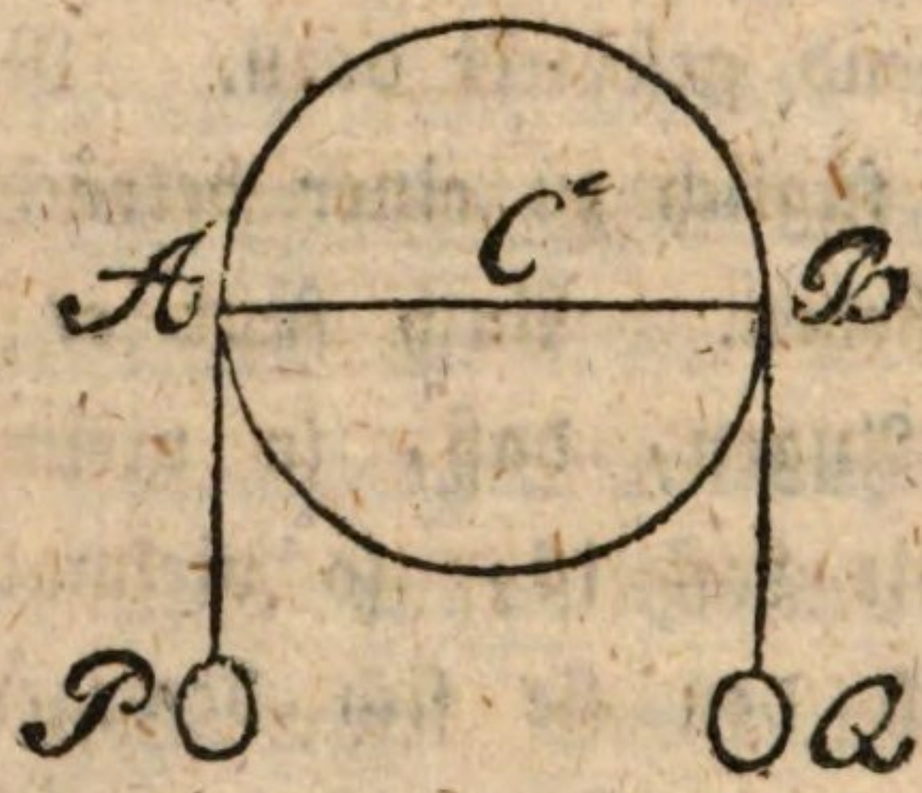
94. Es ist auch nicht nöthig, sich beym Hebel auf zwey Gewichte einzuschränken; man kann beym doppelarmigen an jedem Arm mehrere in verschiedenen Entfernungen anbringen. Alsdann muß die Summe ihrer Momente auf beyden Seiten gleich seyn, wenn ein Gleichgewicht entstehen soll. Eben so können am einarmigen Hebel mehrere Gewichte auf- und unterwärts wirken, und das Gleichgewicht läßt sich für sie auf ähnliche Art bestimmen. Hieraus ergiebt sich, wie man die Gesetze des mathematischen Hebels auf den physischen, oder auf einen solchen Hebel, der selbst eine Schwere hat, anwenden kann. Man darf nur das, was ein jeder Arm an sich wiegt, als ein Gewicht betrachten, das im Schwerpunkt desselben aufgehängt wäre, und übrigens den Hebel als einen mathematischen ansehen.

95. Wenn man die Gesetze kennt, nach denen das Gleichgewicht des Hebels bestimmt werden muß, so sieht man sogleich, wie es einzurichten sey, daß auf einer Seite ein Uebergewicht entstehe. Daher dient der Hebel als ein Werkzeug, Bewegung hervorzubringen, und zwar vornehmlich in der Absicht, eine Last mit einem kleinern Aufwand von Kraft von der Stelle zu bringen. Seine große Einfachheit, verbunden mit einer großen Wirksamkeit, machen ihn auch ausnehmend geschickt dazu. Nur läßt sich die Last nicht füglich zu einer beträchtlichen Höhe durch ihn erheben. Auch fällt es beym Hebel leicht in die Augen, daß, so vielmal die Kraft kleiner als die Last ist, so vielmal größer der Bogen, durch den sie sich bewegen muß, in Vergleich mit demjenigen ist, welchen die Last durchläuft. Man muß also beym Hebel, und auch bey andern Maschinen, so viel am Wege zusetzen, als man an Kraft gewinnt.

Bey unzähligen Werkzeugen des gemeinen Lebens, als: Scheeren, Zangen, Schlüsseln, Hebebäumen, Bohrern, Rudern, Schaufeln, Sensen, Zuckerschneiden, finden die Gesetze des Hebels statt. Besonders ist die Wage hieher zu rechnen, sowohl die gleicharmige, als die römische oder die Schnellwage. — Eine gute Wage ist eines der schätzbarsten physikalischen Instrumente. Erfordernisse derselben.

96. Auch die Rolle kann als eine besondre Anwendung des Hebels betrachtet werden. Eine einfache Rolle, AB (Fig. 10.), die sich um ihren Mittelpunkt, C, dreht, und an welcher die Gewichte P, Q herunterhängen, läßt sich als einen gleicharmigen Hebel der ersten Art ansehen. Sie ist daher im Gleichgewicht, wenn Kraft und Last einander gleich sind.

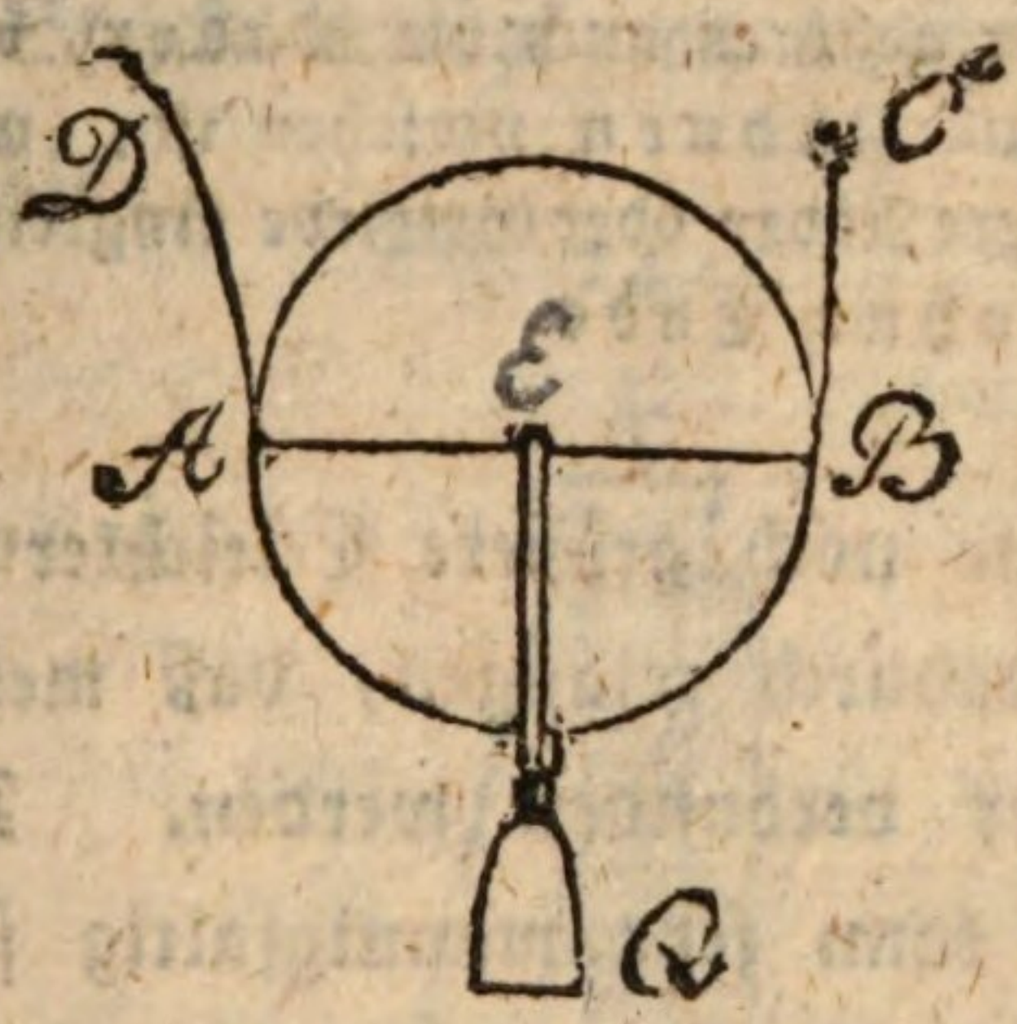
Fig. 10.



97. Dreht sich aber die Rolle nicht um den Mittelpunkt, sondern hängt sie frey in der Schnur CBAD, (Fig. 11.) deren eines Ende in C befestigt ist, und die Last Q hängt aus dem Mittelpunkt E herab: so stellt die Rolle einen Hebel der zweyten Art vor, der sich um B dreht; und da BA noch einmal so groß als BE ist, so braucht man in A oder in D nur eine halb so große Kraft, als Q ist, um dieses zu erhalten.

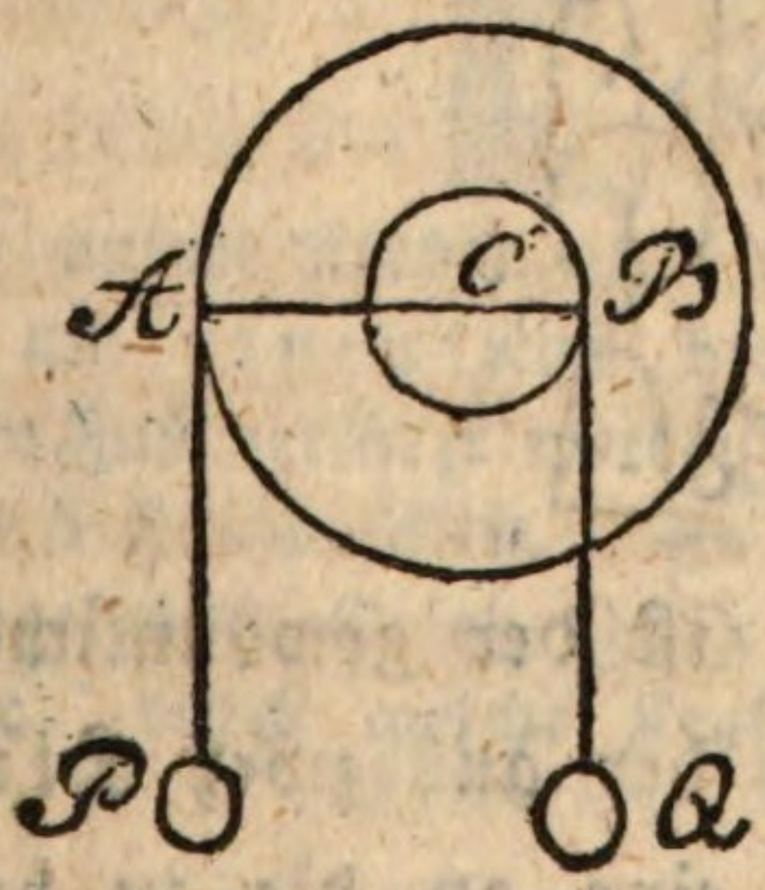
Eigentlich hängt im letztern Fall die Rolle mit ihrer Last an den beyden Stricken CB und DA, wovon ein jeder die Hälfte der Last trägt.

Fig. 11.



98. Bewegen sich zwey Rollen von verschiedenem Durchmesser, die zusammen befestigt sind, um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt C (Fig. 12.), und ist an der einen die Last Q, an der andern die Kraft P angebracht: so verhalten sich die Rollen zusammen wie ein ungleicharmiger Hebel der ersten Art, und es muß P : Q = CB : CA seyn, wenn ein Gleichgewicht statt finden soll.

Fig. 12.

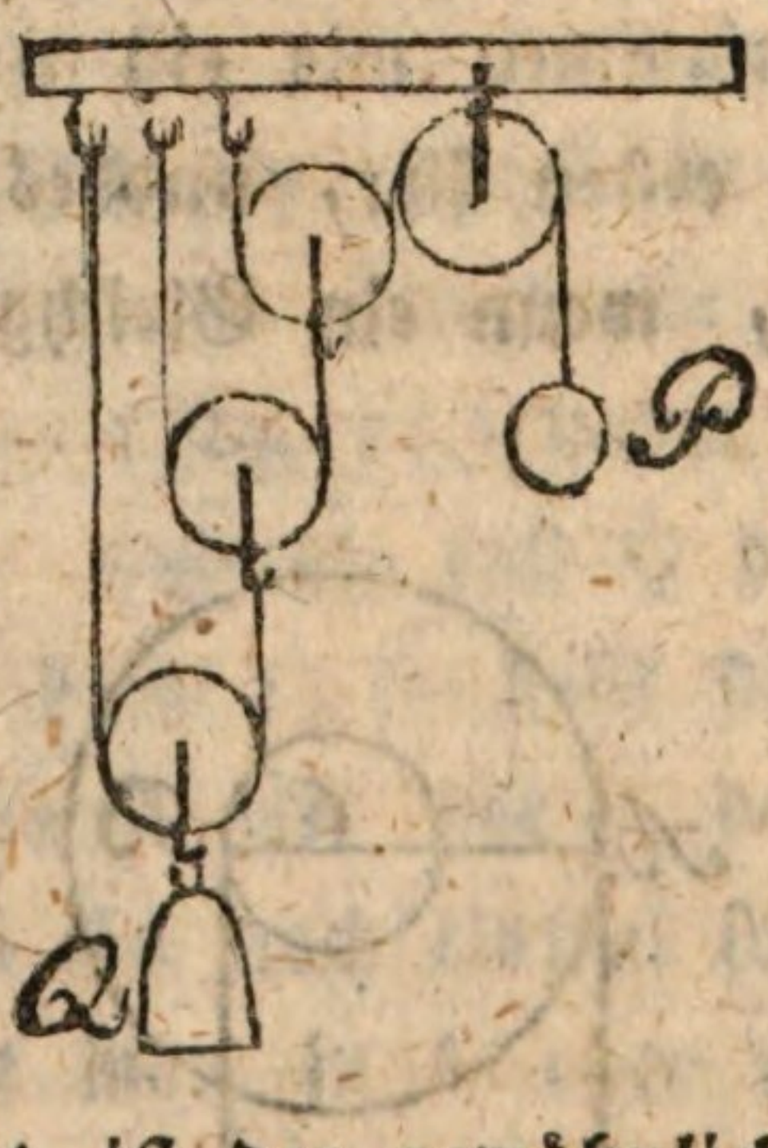


1. Die kleinere Rolle kann als eine Welle mit der größern Rolle (dem Rade) verbunden seyn. Anstatt der größern Rolle können auch bloße Arme in der Welle befestigt seyn, wie bey einer Winde.

2. Hieher gehören auch die Räder, oder Rollen, deren Rand mit Zähnen versehen ist, womit sie wiederum in andere Räder oder Getriebe eingreifen können. — Schraube ohne Ende.

99. Eine noch größere Erleichterung der Last kann man dadurch erlangen, daß mehrere Rollen mit einander verbunden werden. Die Art der Verbindung kann sehr mannigfaltig seyn. Eine derselben stellt die 13te Figur dar. Hier wird die Last durch jede der beweglichen Rollen um die Hälfte erleichtert; so daß die ganze Erleichterung für m solcher Rollen, 2^m beträgt. —

Fig. 13.



Eine andere Art ist der gewöhnliche Flaschenzug, (Fig. 14.) der aus zwey Kloben besteht, von welchen der eine an die zu bewegende Last,

und der andere an den Ort, wo die Last hingebracht werden soll, befestigt wird. Bey diesem wird die Last so vielmal erleichtert, als die Anzahl der Stricke beträgt, an welchen der untere Kloben hängt.

Fig. 14.

Hängt der untere Kloben an 6 Stricken, und man will die Last um einen Fuß heben, so muß jeder Strick um einen Fuß verkürzt werden, folglich die Kraft einen Weg von 6 Fuß machen. Es gilt also auch hier das vorhin angeführte Gesetz (95.) von dem Verhältniß der Räume, durch welche Kraft und Last sich bewegen.

6. Vom Reiben oder von der Friction.

100. Kein fester Körper kann eine so glatte Oberfläche erhalten, daß alle Ungleichheiten auf ihr verschwinden sollten. Bewegen sich daher ein Paar feste Körper dicht über einander hin, so stoßen diese Ungleichheiten gegen einander, und erschweren die Bewegung; und diese Erscheinung nennt man das Reiben oder die Friction. Sie ist desto größer, je rauher die Oberflächen der Körper sind, oder je stärker die Körper gegen einander drücken. Durch sie erleiden die bisher angeführten Gesetze der Bewegung öfters eine Einschränkung.

101. Es läßt sich keine allgemeine Regel für die Stärke der Friction angeben, da sie nach Verschiedenheit der Umstände so sehr verschieden ist. Man hat selbst gefunden, daß verschiedene Körper unter ziemlich gleichen Umständen doch nicht einerley Friction auf einander ausüben. Es ist also nöthig, sich hierüber an die Erfahrung zu halten, die auch mancherley Mittel gelehrt hat, wodurch das Reiben vermindert werden könne. Ein physikalisches Instrument, die Stärke der Reibung zu untersuchen, heißt ein Tribometer. Dergleichen

haben Desaguliers und Musschenbroek angegeben.

So mannigfaltigen Nachtheil die Friction bey dem Maschinenwesen hat, so überwiegend ist der Vortheil, den sie uns im gemeinen Leben, und selbst bey den Maschinen gewährt.

Dritter Abschnitt.

Von den flüssigen Körpern.

102. Die flüssigen Körper unterscheiden sich von den festen durch eine eigene Beweglichkeit ihrer Theile, die theils eine Folge ihres schwächern Zusammenhangs, theils der äußerst geringen Reibung derselben unter einander ist. Daher ist schon das bloße Gewicht einer sehr kleinen Quantität derselben hinreichend, sie von den übrigen loszureißen, oder, wenn sie nicht unterstützt sind, ihre Lage gegen dieselben zu ändern. Ja es giebt Flüssigkeiten, deren Theile ein inneres Bestreben zu haben scheinen, sich von einander zu entfernen, und daher selbst der Wirkung der Schwere entgegen ihre Lage gegen einander verändern, wenn sie nicht durch äußere Gewalt zusammengehalten werden. Man unter-

scheidet daher tropfbare und elastische Flüssigkeiten, und die meisten Erscheinungen beyder sind hinlänglich von einander verschieden, um jede Art derselben besonders zu betrachten. Darin kommen sie mit einander überein, daß sich kein gemeinschaftlicher Schwerpunkt in irgend einer Quantität derselben, wie bey festen Körpern, annehmen läßt — ein Umstand, der die Betrachtung ihrer Wirkungen nicht wenig erschwert.

Es giebt Grade des Flüssigseyns sowohl bey tropfbaren, als bey elastischen Flüssigkeiten.

I. Von den tropfbaren Flüssigkeiten.

103. Wenn man eine tropfbare Flüssigkeit, wie das Wasser ist, auf eine horizontale Fläche gießt, so zerfließt sie, das heißt, sie breitet sich auf ihr in einer ganz dünnen Lage nach allen Seiten aus, weil sie sich nicht anhäufen kann, ohne daß die untern Theile durch den Druck der darüber liegenden hervorgetrieben und fortgestoßen würden. Will man sie daher anhäufen, so muß man verhindern, daß die zur Seite gestoßnen Theile nicht ausweichen können, und dieß geschieht, indem man sie in ein Gefäß

einschließt. Aus eben dem Grunde aber, aus welchem sie auf der Ebene zerfließt, stellt sich ihre Oberfläche in dem Gefäß jederzeit horizontal. Auf die Beschaffenheit des Bodens kommt hierbey nichts an, er mag eben oder ungleich, horizontal oder schief seyn.

Was in den folgenden §§. vom Wasser gesagt wird, gilt von jeder andern tropfbaren Flüssigkeit.

104. Die Wände des Gefäßes sind es also, die das Zerfließen des Wassers verhindern, und eine Anhäufung desselben möglich machen. Folglich müssen sie auch einen Druck erleiden, der im Verhältniß mit der Kraft steht, mit der das Wasser zu zerfließen strebt. Das Zerfließen aber ist eine Folge von dem Druck, den ein Theil des Wassers auf den darunter liegenden ausübt; und dieser ist desto stärker, je größer das Gewicht oder die Menge des drückenden Wassers ist. Je tiefer also ein Theil unter der Oberfläche liegt, desto stärker wird er von der darüber liegenden Wassermenge gedrückt; desto stärker ist folglich sein Bestreben zu zerfließen, mithin auch desto stärker der Druck, den er auf die Wand des Gefäßes ausübt.

Aus einem Loche nahe am Boden eines Gefäßes fließt das Wasser mit größerer Stärke heraus, als aus einem Loche dicht unter der Oberfläche.

105. Ueberhaupt ist es leicht einzusehen, daß der Druck, den eine gewisse Wassermenge auf den Boden eines Gefäßes, dessen Wände lothrecht auf der Grundfläche stehen, ausübt, dem Gewichte derselben gleich ist; daß er folglich, bey gleich hohem Wasserstande, im Ganzen desto größer oder kleiner ist, je weiter oder enger das Gefäß ist. Der ganze Druck aber vertheilt sich jedesmal durch die ganze Grundfläche gleichförmig. Nimmt also die Grundfläche in eben dem Maße zu, als das Gewicht der darauf drückenden Wassermenge, so bleibt der Druck auf eine einzelne Stelle der Grundfläche gleich groß. Man verstärkt ihn also nicht durch eine noch so große Wassermenge, die man daneben ausbreitet, oder durch Erweiterung des Gefäßes. Daher ist der Druck auf den Boden eines engen Gefäßes eben so groß, als auf einen gleich großen Theil des Bodens in einem weiten Gefäße, wenn das Wasser in beyden gleich hoch steht.

106. Was von dem Druck auf den Boden eines Gefäßes gilt, gilt unstreitig auch von dem Druck auf die unterste Wasserschicht selbst: auch dieser ist, bey gleich hohem Wasserstande, auf gleich große Theile der Schicht gleich, das Gefäß mag weit oder enge seyn; folglich ist auch die Kraft, mit der diese Theile zu zerfließen stre-

ben, mithin der Druck, den sie auf die Seitenwand ausüben, gleich groß, wenn auch die Gefäße von ungleicher Weite sind. Nur die Summe des Drucks auf alle Punkte der Seitenwand am Boden verhält sich wie der Umfang des Gefäßes, und ist folglich desto größer, je größer dieser Umfang ist. Dieselben Schlüsse aber, die von dem Seitendruck dicht am Boden gelten, lassen sich auch auf den Seitendruck in jeder andern Höhe anwenden. Folglich ist der Seitendruck auf gleich große und ähnlich liegende Stellen enger und weiter Gefäße gleich groß; der gesammte Seitendruck aber verhält sich wie die Seitenflächen.

Es ist hier nur von lothrechten Gefäßen die Rede.

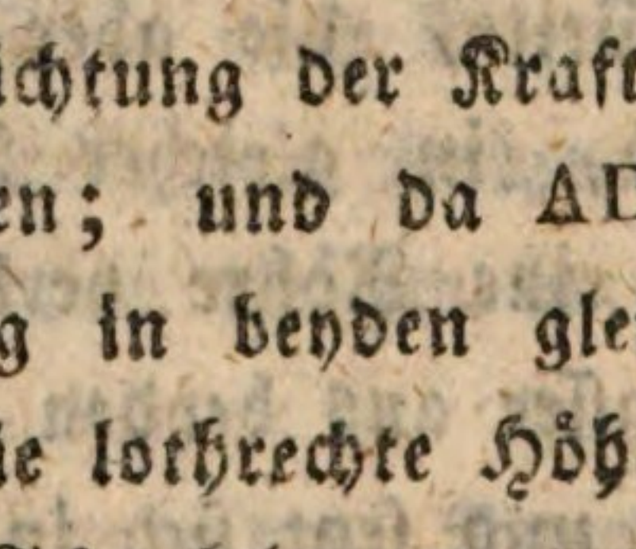
107. Wenn daher zwey Gefäße von gleicher oder ungleicher Weite, die aber bis zu gleicher Höhe gefüllt sind, in gleicher Tiefe unter der Oberfläche durch eine Röhre verbunden werden, so dringt das Wasser aus beyden mit gleicher Stärke hinein, und setzt sich in ihr ins Gleichgewicht, ohne aus dem einen Gefäße in das andere überzugehen. Umgekehrt, wird nur das eine Gefäß gefüllt, so dringt das Wasser aus ihm so lange in das andere, bis es in beyden gleich hoch stehet; denn alsdann ist sein Druck auf ähnlich liegende Theile der Seitenwand in

beyden Gefäßen gleich stark; folglich auch die Kraft, mit der es von beyden Seiten in die Röhre getrieben wird, gleich groß. Dasselbe geschieht, wenn man anstatt der Gefäße eine zusammenhängende gebogene Röhre nimmt: das Wasser steht in beyden Schenkeln derselben gleich hoch, sie mögen von gleicher Weite seyn oder nicht.

Das anscheinend Widersprechende, daß eine kleine Wassermenge einer großen das Gleichgewicht halten soll, verschwindet, wenn man erwägt, daß diese nicht mit ihrem ganzen Gewicht auf jene wirkt, sondern daß der Boden und die Wände des größern Gefäßes oder der weitern Röhre das meiste davon zu tragen haben.

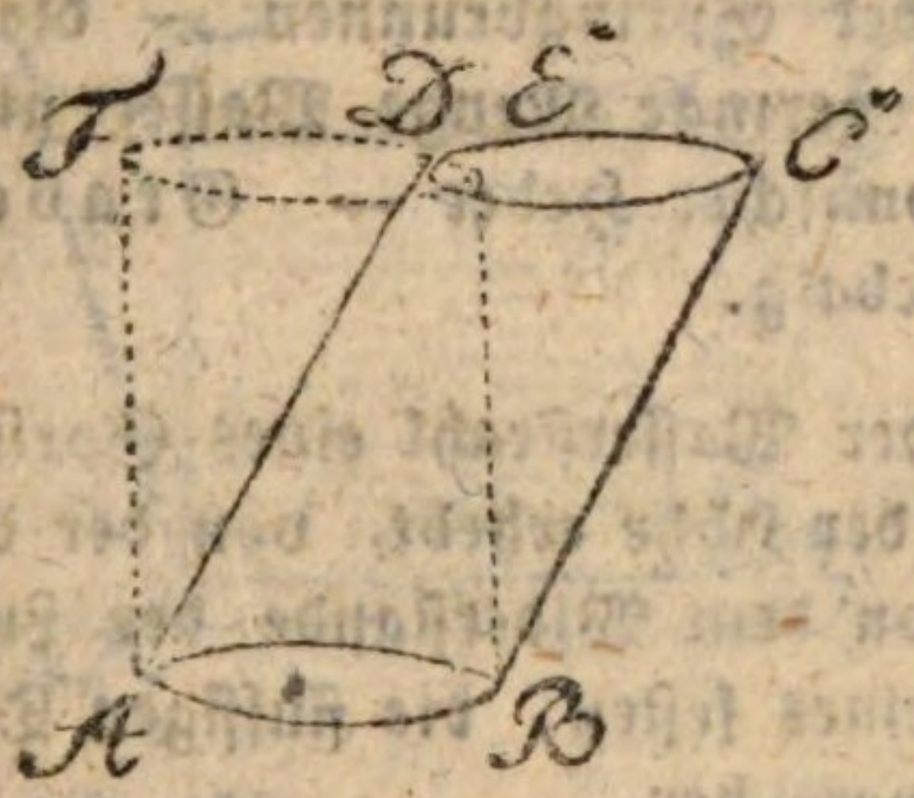
108. Es ist auch nicht nöthig, daß die Schenkel der Röhre einander parallel laufen. Denn gesetzt, der eine Schenkel AB (Fig. 15.) sey schief, und der andere, CB, lothrecht, so läßt sich die Richtung der Kraft von AB in AD und DB zerlegen; und da AD = CB ist, so ist die Wirkung in beyden gleich. Es kommt also nur auf die lothrechte Höhe des Wasserstandes in beyden Schenkeln an.

Fig. 15.



Eben so ist auch der Druck auf den Boden eines schiefen Gefäßes, wie ABCD, (Fig. 16.) dem Gewichte einer gleich hohen lothrechten Wassersäule ABEF gleich.

Fig. 16.



109. Ist der eine Schenkel kürzer als der andere, so kann jener nicht gefüllt werden, ohne daß das Wasser aus dem andern herausfließt, weil nur dann ein Gleichgewicht statt findet, wenn es in beyden gleich hoch stehet. Auch muß die Kraft, mit der es herausfließt, um desto größer seyn, je kürzer der eine Schenkel in Vergleich mit dem andern ist, weil man ihn dann desto mehr verlängern müßte, um das Herausfließen zu verhindern; welches eben so viel wäre, als jener Kraft den Druck einer höhern Wassersäule entgegensetzen. Hieraus ergiebt sich zugleich, wie die Kraft selbst bestimmt werden könne: sie ist nehmlich dem Gewicht einer Wassersäule gleich, deren Grundfläche

so groß als die Oeffnung ist, aus der es herausfließt, und deren Höhe dem Wasserstand in dem andern Schenkel über der Oeffnung gleich ist.

1. Daher erklärt sich die Einrichtung laufender Brunnen — der Springbrunnen — die große Gewalt, die auch eine geringe Menge Wasser ausüben kann — Wolfs anatomischer Heber — Gravesands hydrostatischer Blasebalg.

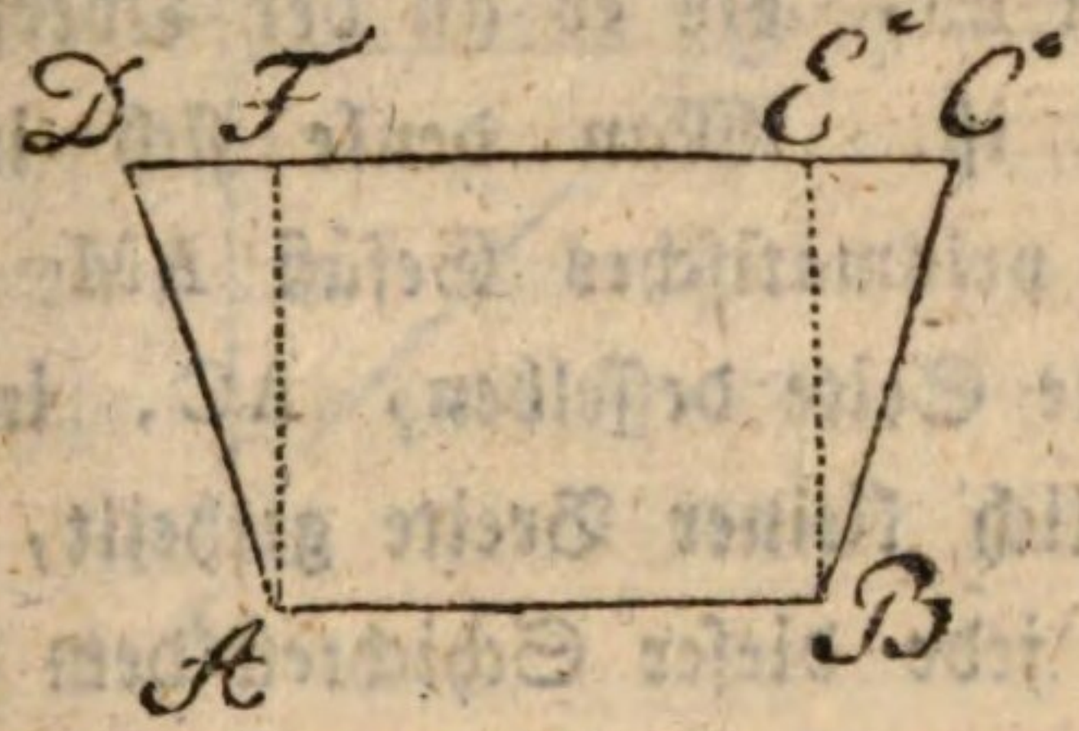
2. Daß der Wasserstrahl eines Springbrunnens sich nicht ganz zu der Höhe erhebt, von der das Wasser fällt, rührt theils von dem Widerstande der Luft, theils von dem Mangel eines festen, die flüssigen Theile zusammenhaltenden Körpers her.

3. Das Wasser übt nicht blos unterwärts und seitwärts, sondern unter gewissen Umständen auch aufwärts einen Druck aus.

110. Auf ähnliche Art, wie der aufwärts gehende Druck des Wassers zu bestimmen ist, muß auch der Druck auf den Boden solcher Gefäße bestimmt werden, deren Wände schief auf der Grundfläche stehen. Er ist nehmlich nicht dem Gewichte der in dem Gefäße enthaltenen Wassermenge, sondern einer lothrechten Wassersäule über dem Boden gleich. Denn hat das Gefäß eine Gestalt wie DABC (Fig. 17.), so drückt nur das zwischen ABEF enthaltene Wasser auf AB, und die zur Seite liegende Wassermasse, wie EBC, drückt theils auf die Seitenwand BC,

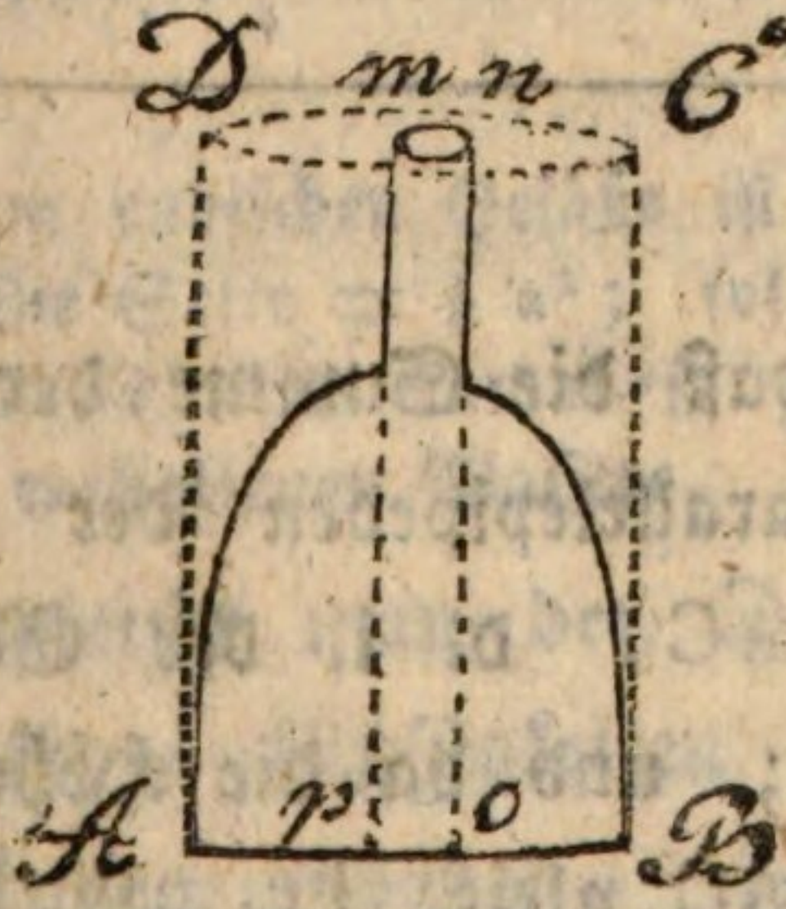
theils senkrecht gegen BE; trägt also nichts zur Verstärkung des Drucks auf AB bey. In diesem Fall ist der Druck auf den Boden kleiner als das Gewicht des Wassers im Gefäß.

Fig. 17.



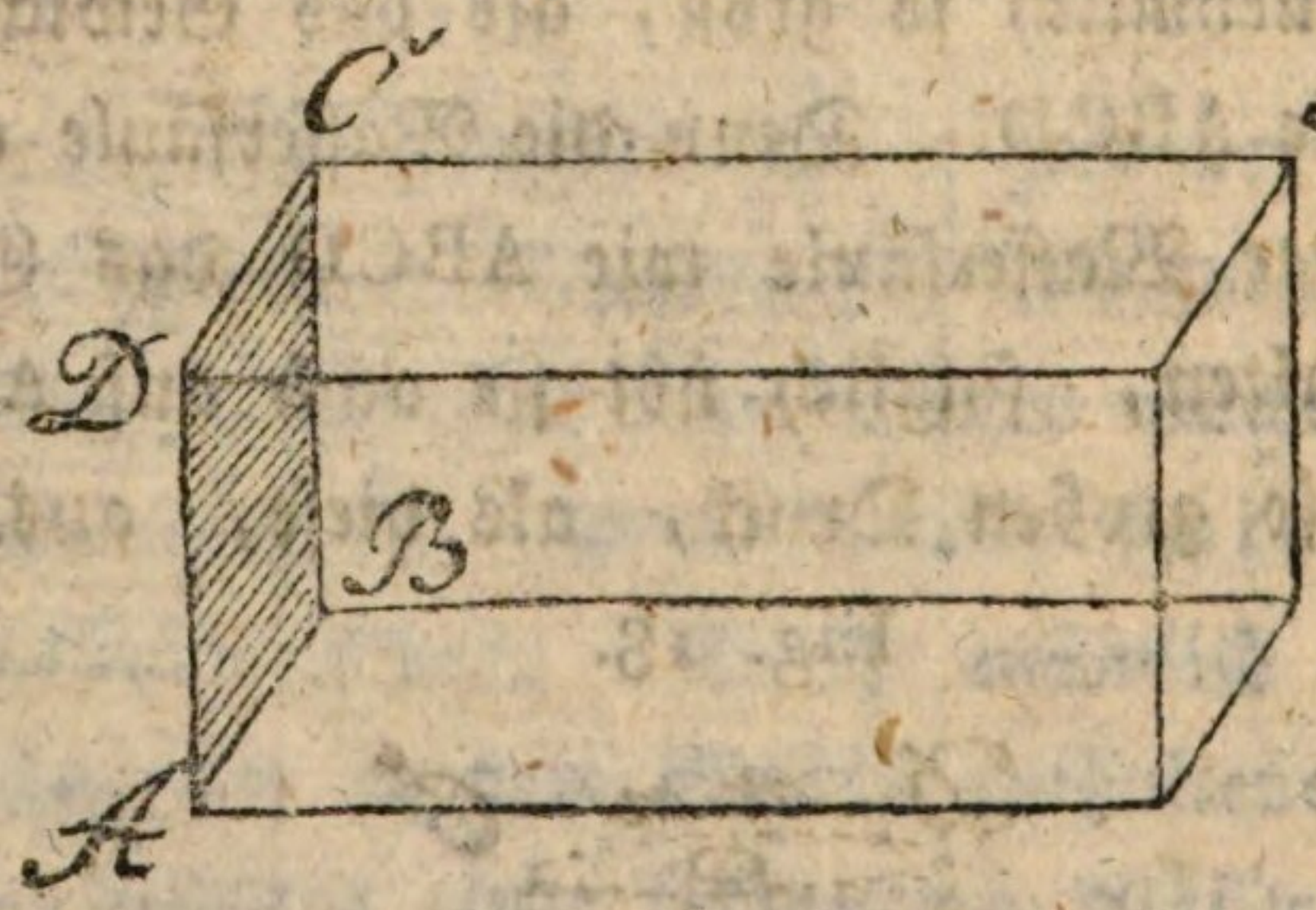
Ist aber das Gefäß oben enger als unten, z. B. wie Fig. 18., so ist der Druck auf den Boden größer als das Gewicht des im Gefäße befindlichen Wassers, nehmlich so groß, als das Gewicht der Wassersäule ABCD. Denn die Wassersäule mnop würde einer Wassersäule wie ABCD das Gleichgewicht halten, folglich übt sie auch auf AB einen eben so großen Druck, als diese, aus.

Fig. 18.



III. Nicht so leicht läßt sich die Größe des Drucks auf die Seitenwand eines Gefäßes bestimmen; denn da dieser von der Höhe des Wassers abhängt (104.), so ist er dicht am Boden am stärksten, und nimmt durch unendlich kleine Abstufungen ab, bis er an der Oberfläche selbst gleich Null ist. Man denke sich indessen ein lothrechtes prismatisches Gefäß AM (Fig. 19.), und die eine Seite desselben, AC, in Schichten von unendlich kleiner Breite getheilt, so ist der Druck auf jede dieser Schichten dem Gewicht eines Parallelepipedums von Wasser gleich, dessen Grundfläche der Größe dieser Schicht, und dessen Höhe ihrem Abstand von der Oberfläche gleich ist.

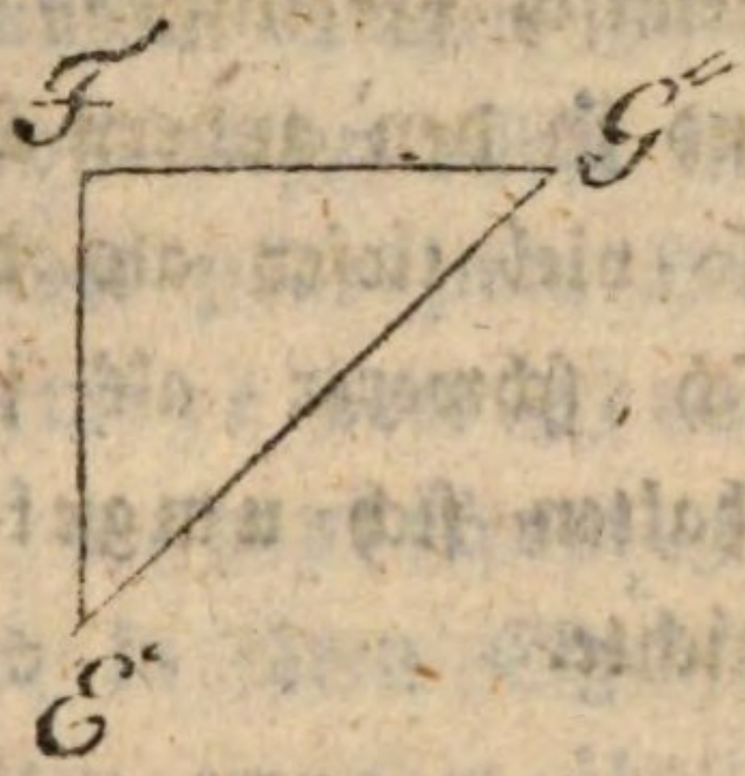
Fig. 19.



Es ist klar, daß die Summe der Grundflächen aller dieser Parallelepipeden der Summe aller Schichten von AC, d. i. der Seite AC selbst gleich seyn muß; und da die Höhe des größten der Höhe von AC gleich ist, so lassen sich die

Höhen aller Parallelepipeden durch das rechtwinklichte Dreyeck EFG, (Fig. 20.) dessen Katheten der Höhe von AC gleich sind, darstellen.

Fig. 20.



Folglich ist der körperliche Inhalt der gesammten Parallelepipeden einem dreyseitigen Prisma gleich, dessen Grundfläche dem Dreyecke EFG und dessen Höhe der Breite der Seite AC, d. i. der Linie AB gleich ist. Das Gewicht einer so großen Wassermasse giebt den Druck auf die Seite AC.

1. Ist die Höhe der Seite eines lothrechten prismatischen Gefäßes = a, ihre Breite = b, so ist das Prisma, dessen Gewicht dem Druck auf diese Seite gleich ist, $= \frac{1}{2} a^2 b$.

2. In einem cubischen Gefäße ist b = a, folglich der Druck auf eine Seite $= \frac{1}{2} a^3$; folglich auf alle vier Seiten $= 2a^3$, d. i. noch einmal so groß als das Gewicht des darin enthaltenen Wassers.

112. Vergleicht man den Druck, den verschiedene tropfbare Flüssigkeiten unter übrigens gleichen Umständen ausüben, so ist leicht ein-

zusehen, daß er sich wie die spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten selbst verhalten muß. Wenn man daher in die beyden Schenkel einer gebogenen Röhre ungleichartige Flüssigkeiten gießt, die sich nicht chemisch vereinigen, z. B. in den einen Wasser und in den andern Queckſilber, so steht die eine so viel tiefer als die andere, so viel sie spezifisch schwerer als jene ist, oder, ihre Höhen verhalten sich umgekehrt wie ihre spezifischen Gewichte.

Scannegatty's Aräometer. (S. Lichtenbergs Magazin der Physik und Naturgesch. 1. Bd. 2. St. S. 45.).

---

2. Von den elastischen Flüssigkeiten.

113. Die elastischen Flüssigkeiten lassen sich, wie andere elastische Körper, durch äußere Gewalt zusammendrücken, und dehnen sich wieder aus, wenn der Druck nachläßt. Wie weit dieses Vermögen sich auszudehnen geht, können wir nicht entscheiden, da wir sie nur in einem zusammengepreßten Zustande kennen. Sie werden nehmlich, wie alle andere Körper auf unserer Erde, von der Luft gedrückt, und dadurch zusammengepreßt. Vermindern wir diesen äußern

Druck, so dehnen sie sich aus; und daher legen wir ihren Theilen ein Bestreben sich von einander zu entfernen bey. Dieß ist wenigstens mit denjenigen elastischen Flüssigkeiten der Fall, die eine auf unsern Wagen bemerkliche Schwere haben; und von diesen allein ist hier die Rede. Man unterscheidet zwar zwey Hauptarten derselben: luftförmige oder permanent elastische, und dampfförmige Flüssigkeiten; beyde aber sind in ihren Eigenschaften als elastische Flüssigkeiten einander ähnlich, und daher ist es nicht nöthig, hier auf diesen Unterschied besonders Rücksicht zu nehmen.

114. Die elastischen Flüssigkeiten besitzen einen so hohen Grad von Durchsichtigkeit und eine so geringe spezifische Schwere, daß wir sie weder sehen, noch ihre Masse in kleinern Quantitäten fühlen können. Die Luft, die uns und unsere Erde umgiebt, ist eine solche Flüssigkeit. Wir fühlen sie daher gewöhnlich nicht, ob wir uns gleich beständig in ihr bewegen. Eben dadurch aber, daß sie um unsere Erde verbreitet ist, bringt sie eine Menge von Erscheinungen hervor, die außerdem nicht statt finden würden, die jedoch jede andere elastische Flüssigkeit an ihrer Stelle auch hervorbringen würde; und daher verdienen diese hier, wo von den elastischen Flüs-

sigkeiten überhaupt die Rede ist, in Betrachtung gezogen zu werden.

115. Die Luft befindet sich in der Nähe der Erde in einem zusammengepreßten Zustande, und bringt eben dadurch auch andere elastische Flüssigkeiten, die ihrem Druck ausgesetzt sind, in diesen Zustand. Es ist daher die Frage, woher diese Zusammenpressung entstehe. Offenbar setzt sie eine Kraft voraus, die der Elastizität entgegenwirkt; und da die Luft sich nicht in einem eingeschlossenen, sondern im freyen Raume befindet, so kennen wir keine andere Kraft, durch welche sie gegen die Erde gedrückt werden sollte, als eben die, welche auch alle andere Körper gegen die Erde treibt, nehmlich die Schwere. Durch diese wird die Luft gegen die Erde gezogen, und so viel verdichtet, daß ihre Elastizität der Wirkung der Schwere das Gleichgewicht hält. Und da die Luft sich bis auf eine beträchtliche Entfernung von der Erde erstreckt, so müssen die untern Schichten von den darüber liegenden gedrückt werden. Daher ist die Zusammenpressung und folglich die Elastizität der Luft dicht an der Erde am größten, und nimmt durch unmerkliche Abstufungen immer mehr und mehr ab, je weiter man sich von der Erde entfernt.

116. Je mehr nehmlich eine elastische Flüssigkeit zusammengedrückt wird, desto größer wird

die Kraft ihrer Elastizität; und da sie in eben dem Maße dichter wird, als man sie zusammendrückt, so wächst ihre Elastizität mit ihrer Dichtigkeit. Die Elastizität aber ist immer der zusammendrückenden Kraft gleich; folglich steht auch die Dichtigkeit mit der zusammendrückenden Kraft in Verhältniß, und Mariotte hat gefunden, daß dieses Verhältniß bey der Luft gleich ist, das heißt, daß die Dichtigkeiten der Luft sich eben so verhalten, wie die zusammendrückenden Kräfte, oder, da der Raum, den eine Quantität Luft einnimmt, desto kleiner wird, je mehr man sie verdichtet, daß die Räume einer bestimmten Quantität Luft sich umgekehrt verhalten, wie die zusammendrückenden Kräfte.

Einschränkung des Mariottischen Gesetzes bey hohen Graden der Verdichtung wie der Verdünnung.

117. Nicht alle elastischen Flüssigkeiten besitzen bey gleichen Graden der Verdichtung eine gleich große absolute Elastizität oder äußern eine gleich große Kraft, sich auszudehnen. Man nennt daher das Verhältniß ihrer Kräfte oder ihrer absoluten Elastizitäten, bey gleichen Graden der Verdichtung, ihre spezifischen Elastizitäten.

Es verhalten sich folglich die spezifischen Elastizitäten zweyer Flüssigkeiten

1) bey gleicher Dichtigkeit wie die absoluten Elastizitäten,

2) bey gleicher absoluter Elastizität umgekehrt wie die Dichtigkeiten,

3) bey ungleicher Dichtigkeit und ungleicher absoluter Elastizität wie die absoluten Elastizitäten dividirt durch die Dichtigkeiten.

118. Wird eine elastische Flüssigkeit in ein Gefäß eingeschlossen, so dehnt sie sich darin nach allen Seiten aus, und erfüllt nicht nur das ganze Gefäß, sondern übt auch auf alle Theile desselben einen gleich großen Druck aus, indem das Gewicht ihrer Masse dabey meistens als unmerklich angesehen werden kann. Ihre Elastizität wird auch durch das Einschließen nicht geschwächt. Wenigstens fand Musschenbroek, daß eine in eine Röhre eingeschlossene und zusammengedrückte Luft in einer Zeit von fünf Jahren nichts von ihrer Elastizität verlohren hatte.

Dampfförmige Flüssigkeiten können durch den Druck zersetzt werden, von luftförmigen haben wir hiervon wenigstens keine Erfahrung.

119. Die Luft drückt gegen alle Körper auf der Erde mit einer Kraft, die dem Grad ihrer Elastizität gleich ist, und bringt dadurch mannig-

faltige Erscheinungen zuwege. Dieser Druck ist die Ursache von dem Aufsteigen des Wassers in den Pumpen und Saugwerken, vom Zufluß der Säfte und anderer Flüssigkeiten beym Saugen, ingleichen beym Trinken mancher Thiere, vom Fließen des Wassers im Heber, und Hängenbleiben desselben im Stechheber, vom Eindringen der Luft in die Brust beym Athemholen, und in die Blasebälge, wenn sie geöffnet werden.

Einrichtung der gewöhnlichen Wasserpumpen; — Heber in vacuo; — verschiedene Arten des Hebers; würtembergischer Heber; Diabetes; Verieibecher; — Zaubertrichter.

120. Die Pumpen sind in der Geschichte der Luft besonders merkwürdig, indem sie die Entdeckung von dem Druck der Luft veranlaßt haben. Bis auf Galilei erklärte man das Aufsteigen des Wassers in den Pumpen aus einem Abscheu der Natur vor dem leeren Raume (fuga vacui); Galilei oder vielmehr sein Schüler Toricelli erklärte es richtiger durch den Druck der Luft, und bewies diese Erklärung durch das Hängenbleiben des Queckſilbers in der nach ihm benannten Toricellischen Röhre, aus der nachher das Barometer wurde.

Die Erfindung der Pumpen ist alt. — Streitigkeiten über die Schwere der Luft; Einwendung von Wallis.

121. Durch künstliche Zusammendrückung der Luft kann man ihre Kraft beliebig verstärken. Daher die Wirkung der Luft in dem Heronsball, in dem Heronsbrunnen, in den Feuerspritzen, in den Windbüchsen.

Maschinen zur Zusammendrückung der Luft heißen Compressions-Maschinen.

122. Um die Luft zu verdünnen, muß man einen Theil derselben aus dem Raume, in dem sie eingeschlossen ist, wegschaffen; alsdann dehnt sich der noch übrige Theil von selbst durch den ganzen Raum aus, und wird dadurch dünner. Vornehmlich dient hierzu die Luftpumpe, die eines der wichtigsten physikalischen Instrumente geworden ist.

1. Die Erfindung der Luftpumpe verdankt man dem magdeburgischen Rathsherrn Otto von Guericke, der in der Mitte des 17ten Jahrhunderts lebte.

2. Der Hauptheil einer Luftpumpe ist ein Stiefel, in dem ein Kolben luftdicht auf und nieder bewegt wird. Der Stiefel steht durch einen Kanal mit einem Teller in Verbindung, auf den das Gefäß gesetzt wird, aus dem die Luft ausgepumpt werden soll.

3. Man hat die Luftpumpen heutzutage von sehr verschiedener Einrichtung, und unterscheidet unter andern Luftpumpen mit Hähnen und mit Ventilen.

4. Durch die Luftpumpe läßt sich ein Gefäß nicht vollkommen luftleer machen. — Vacuum Boylianum. Um den Grad der Verdünnung zu beurtheilen, dient theils das Barometer, theils die Birnprobe.

123. Vermittelst der Luftpumpe lassen sich eine Menge von Versuchen anstellen, welche die Elastizität der Luft und die Stärke ihres Drucks beweisen. Auch läßt sich dadurch zeigen, daß die Luft in eine Menge von Körpern dringt, und durch den Druck der Atmosphäre darin zusammengehalten wird, folglich wieder heraustritt, wenn dieser Druck vermindert wird.

Berühmt ist der von Guericke selbst angestellte Versuch mit zwey hohlen metallenen Halbkugeln.

124. Die Größe des Drucks der Luft auf irgend eine Fläche läßt sich aus dem Stand der Queckfilbersäule in der Toricellischen Röhre an dem Ort dieser Fläche finden. Sie ist nehmlich dem Gewicht einer Queckfilbersäule von gleicher Höhe mit der Säule in der Toricellischen Röhre und von gleicher Grundfläche mit der gegebenen Fläche gleich. Daß wir gleichwohl den ungeheuren Druck auf unsern Körper nicht fühlen, rührt theils daher, daß wir von Kindheit an daran gewöhnt sind, und unser Körper ihn zu seiner Existenz erfordert, theils daher, daß er von allen Seiten gleichförmig geschieht, und daß

die in dem Körper enthaltene Luft der äußern das Gleichgewicht hält.

Man schätzt den Druck auf den Körper eines ausgewachsenen Menschen auf 40000 Pfund.

Steht das Queckfilber in der Toricellischen Röhre 28 Zoll hoch, so ist der Druck der Luft auf einen Par. Quadratfuß Fläche = 2221 Pfund, nach Hrn. Prof. Schmidts Angabe. S. dessen Handbuch der Naturlehre S. 128.

125. Die Elastizität der atmosphärischen Luft kann sich durch den Einfluß von mancherley Ursachen ändern, ohne daß sich ihre Dichtigkeit in demselben Verhältniß ändert; und umgekehrt, kann ihre Dichtigkeit zu- oder abnehmen, ohne Aenderung der Elastizität. Man hat daher zur Bestimmung beyder Eigenschaften besondere Werkzeuge: die Elastizität wird durch das Barometer, die Dichtigkeit durch das Manometer angezeigt.

Beyde Instrumente gehören für die Meteorologie.

Vierter Abschnitt.

Von festen und flüssigen Körpern in Verbindung.

126. Die Verbindung oder die Mischung fester und flüssiger Körper ist freylich die Lage, in der sich die Körper auf unserer Erde wirklich befinden, und die Folge davon die unendliche Menge von Erscheinungen, die auf ihr vorgehen. Dabey aber werden meistens die Körper selbst auf das mannigfaltigste verändert, und die Veränderungen sind die Wirkungen ihrer besondern Beschaffenheit. Setzen wir hingegen voraus, daß der Aggregat-Zustand der Körper sich nicht ändere, oder betrachten die Körper nur in dem Verhältniß als feste und flüssige gegen einander, ohne auf ihre anderweitigen besondern Eigenschaften Rücksicht zu nehmen, so wird die Menge ihrer Wirkungen dadurch sehr eingeschränkt. Wir können sie in zwey Abtheilungen bringen, wenn wir uns die mit einander verbundenen Körper entweder im Zustande der Ruhe, oder im Zustande der Bewegung denken.

1. Feste und flüssige Körper im Zustande der Ruhe mit einander verbunden.

127. Bringt man einen festen Körper mitten in einen flüssigen, so wird er von allen Seiten von ihm umflossen, und erleidet daher denselben Druck, den eine dem Raume nach gleich große Menge dieser Flüssigkeit an seiner Stelle erleiden würde. Die Flüssigkeit aber würde durch diesen Druck zusammengehalten und getragen werden. Der feste Körper braucht nicht erst zusammengehalten zu werden, indem seine Theile von selbst zusammenhängen; indessen hebt der Druck, den er rund um auf die Seiten erleidet, und der das Zerfließen verhindern würde, sich selbst auf. Ist also sein Bestreben zu sinken nicht größer, als das Bestreben der Flüssigkeit, deren Raum er einnimmt, das heißt, beträgt sein Gewicht nicht mehr, als das Gewicht einer dem Raume nach gleich großen Menge der Flüssigkeit, oder, ist er mit ihr von gleicher spezifischer Schwere, so wird er ebenfalls getragen werden, folglich an der Stelle, wo man ihn eingetaucht hat, stehen bleiben.

---

128. Ist die Flüssigkeit durchgehends von gleicher Dichtigkeit, wie tropfbare Flüssigkeiten

zu seyn pflegen, so ist es einerley, an welcher Stelle man einen solchen Körper eintaucht, nah oder tief unter der Oberfläche. Denn wenn im erstern Fall eine geringere Menge der Flüssigkeit von oben her auf ihn drückt und ihn niederwärts treibt, als im letztern, so ist auch der Gegendruck von unten herauf desto schwächer, weil dieser, wie bey ungleichen Schenkeln einer gebogenen Röhre, von der Höhe der Flüssigkeit über dem Ort des Drucks abhängt. Die Tiefe des Gefäßes oder die größere Menge der Flüssigkeit also macht diese nicht geschickter, einen Körper zu tragen, oder ihn an jeder Stelle schwebend zu erhalten, sondern diese Fähigkeit beruht lediglich auf der Gleichheit der spezifischen Gewichte des festen und flüssigen Körpers.

129. Hieraus folgt, daß, wenn der feste Körper von größerm spezifischen Gewichte ist als der flüssige, er in diesem zu Boden sinkt. Die Kraft, mit der er untergeht, heißt sein respectives Gewicht, und dieses ist dem Unterschied seines absoluten Gewichts weniger dem absoluten Gewichte einer dem Raume nach gleich großen Menge der Flüssigkeit gleich. Ein Körper verliert daher in einer Flüssigkeit so viel an seinem absoluten Gewichte, als eine dem Raume nach mit ihm gleich große Menge dieser Flüssigkeit wiegt.

Bayerische Staatsbibliothek München

1. Daher ist es leichter, einen Körper, der in Wasser liegt, zu heben, als wenn er sich außerhalb desselben befindet.

2. Auch in der Luft verliert ein jeder Körper etwas von seinem absoluten Gewicht, das aber gewöhnlich vernachlässigt wird. — Manometer.

130. Ist hingegen der feste Körper von geringerm spezifischen Gewichte als der flüssige, so wird er, wenn man ihn mitten in diesen hineintaucht, aufwärts getrieben, und schwimmt. Die Kraft, mit der er aufwärts getrieben wird, ist auch dem Unterschiede zwischen seinem absoluten Gewichte und dem der Flüssigkeit von gleich großem Rauminhalte mit ihm gleich. Der schwimmende Körper taucht sich so tief in den flüssigen ein, bis das Gewicht der aus der Stelle verdrängten Flüssigkeit dem Gewichte des Körpers gleich ist.

Wenn zwey Flüssigkeiten sich nicht chemisch mit einander vereinigen, so verhalten sie sich eben so gegen einander wie ein fester und flüssiger Körper: nehmlich die spezifisch leichtere schwimmt auf der schwerern (z. B. Oel auf Wasser), und die spezifisch schwerere geht in der leichtern zu Grunde (z. B. Queckfilber in Wasser). — Elementarwelt.

131. Da es also ganz von dem Verhältniß der spezifischen Gewichte des festen und flüssigen Körpers abhängt, ob jener in diesem schweben,

untergehen oder schwimmen soll, und die spezifischen Gewichte verschiedener Flüssigkeiten sehr verschieden seyn können: so kann derselbe Körper in einer Flüssigkeit schwimmen, in einer andern schweben, in einer dritten untergehen. Eben so kann ein schwimmender Körper sich in verschiedenen Flüssigkeiten bis zu verschiedener Tiefe eintauchen. Auf den letztern Umstand gründen sich die Aräometer oder sogenannte Salz- oder Bierwagen.

1. Da die atmosphärische Luft in verschiedenen Höhen von verschiedener Dichtigkeit ist, so kann derselbe Körper in ihr sinken, steigen und schweben. Wolken, Nebel, Luftballon.

2. An dem cartesianischen Taucher hat man ein Beyspiel von einem Körper, der in derselben Flüssigkeit zum Schwimmen, Sinken und Schweben, mit der mannigfaltigsten Abwechselung, gebracht werden kann.

132. Wenn ein Körper in einer Flüssigkeit untergeht, so kann er in ihr zum Schwimmen gebracht werden, wenn sein Volumen sich hinreichend vergrößern läßt, ohne daß sein Gewicht dadurch vermehrt wird. Umgekehrt, kann ein schwimmender Körper untersinken, wenn man sein Volumen verkleinert, ohne sein Gewicht zu vermindern.

Eine hohle Kugel von Metall kann im Wasser schwimmen. — Pontons. — Eine zusammengedrückte

Blase geht unter, indeß sie aufgeblasen schwimmt. — Ein Schiff, das einen Leck kriegt — ein umgestürztes Glas sinkt unter.

133. Außerdem kann ein Körper dadurch schwimmend erhalten werden, daß man ihn mit einem schwimmenden in Verbindung bringt. Die Art der Verbindung kann sehr verschieden seyn.

1. Schiffe — Luftballons — Schwimmkleider.

2. Ob der menschliche Körper spezifisch schwerer oder leichter als Wasser sey, ist noch nicht so entschieden. Nach Oronzio de' Bernardi's (Lehrbegriff der Schwimmkunst, 2 Bde. 1797.) vielfältigen und genauen Versuchen ist er wenigstens leichter als Seewasser.

3. Die vierfüßigen Thiere haben durch die Stellung ihres Körpers, durch die Lage ihrer Nase und ihres Mundes, und durch die Art der Bewegung ihrer Füße beym Gehen einen Vortheil im Schwimmen vor dem Menschen.

134. Einen großen Vortheil gewährt das Abwägen fester Körper in flüssigen zur Bestimmung des spezifischen Gewichts der Körper. Am leichtesten lassen sich die spezifischen Gewichte verschiedener Flüssigkeiten dadurch bestimmen. Ein jeder Körper, der in ihnen untergeht und nicht von ihnen angegriffen wird, läßt sich dazu gebrauchen. Der Verlust seines Gewichts in jeder Flüssigkeit giebt das spezifische

Gewicht derselben. Und vergleicht man diesen Verlust mit dem absoluten Gewicht des Körpers, so erhält man das spezifische Gewicht des flüssigen und festen Körpers.

1. Nöthige Vorsicht bey diesen Versuchen in Ansehung der Temperatur der Flüssigkeiten.

2. Die hydrostatische Wage, die man zu diesen Versuchen braucht, ist im Ganzen der gemeinen Wage ähnlich, nur sehr empfindlich und genau, überdieß mit einer Einrichtung versehen, um Körper bequem in Flüssigkeiten tauchen zu können.

3. Zur Bestimmung des spezifischen Gewichts der Flüssigkeiten kann auch das Aräometer dienen.

135. Um die spezifischen Gewichte fester Körper zu finden, ist es am besten, sie in einerley Flüssigkeit abzuwiegen. Alsdann verliert derjenige in der Flüssigkeit am meisten von seinem Gewichte, der das größte Volumen hat. Sind sie also von gleichem absoluten Gewichte, so verhalten sich ihre spezifischen Gewichte umgekehrt wie der Verlust, den sie in der Flüssigkeit erleiden. Bey ungleichen absoluten Gewichten aber muß man diese durch den Verlust in der Flüssigkeit dividiren, um die spezifischen Gewichte zu erhalten.

1. Schwimmt ein Körper in der Flüssigkeit, in der man ihn abwiegen will, so kann man seine spezifische Schwere finden, wenn man ihm so viel von einem

schwerern Körper anhängt, daß er untergeht, alsdann den schwerern Körper allein abwiegt, und dessen Verlust von dem erstern abzieht.

2. Wird ein Körper in einer Flüssigkeit aufgelöst, so muß man ihn in einer andern abwiegen, die ihn nicht angreift.

Ein falscher Dukaten, der in der Luft gleiches Gewicht mit einem echten hat, ist im Wasser leichter, als dieser.

136. Da sich aus dem spezifischen Gewicht der Körper ihre Dichtigkeit, und folglich ein wesentlicher Theil ihrer Beschaffenheit erkennen läßt, so hat man auf die Mittel, es zu erforschen, allen Fleiß gewandt. Man hat es auch von vielen Körpern untersucht, und Tabellen darüber verfertigt, wobey man gemeiniglich destillirtes Wasser von mittlerer Temperatur zur Einheit angenommen hat. Kennt man daher das absolute Gewicht eines bestimmten Maßes Wasser, z. B. eines Cubikzolles, so läßt sich das absolute Gewicht anderer Körper von bestimmter Größe aus ihrem spezifischen Gewichte finden. Trüglich aber ist es, wenn man, nach des Archimedes Beyspiel, aus dem absoluten und spezifischen Gewicht einer Mischung zweyer Körper, und aus dem spezifischen Gewichte der einzelnen Körper, im unvermischten Zustande, auf ihr absolutes Gewicht in der Mischung schließen will.

1. Das Gewicht eines pariser Cubikzolles destillirtes Wasser von 12° Reaum. beträgt 330 94 Grän Cölln. Gew. S. Annalen der Phys. 1803. 1. St. S. 124.

2. Aus dem absoluten Gewicht eines Cubikzolles Wasser und dem Verlust, den ein Körper im Wasser erleidet, läßt sich der cubische Inhalt des Körpers finden.

---

2. Feste und flüssige Körper im Zustande der Bewegung mit einander verbunden.

137. Die Theorie bewegter flüssiger Körper, die unter dem Namen der Hydrodynamik begriffen wird, gehört zu den schwersten Theilen der mathematischen Physik, und ungeachtet der vielfältigen Bemühungen der geschicktesten Mathematiker ist es doch noch nicht gelungen, sie ganz in Uebereinstimmung mit den Erfahrungen zu bringen. Hier können daher nur einige wenige Sätze beygebracht werden.

138. Wenn ein fester Körper sich in einem flüssigen bewegt, so muß er nicht nur den Zusammenhang der Theile des letztern auf seinem Wege trennen, sondern sie auch zur Seite stoßen, und ihnen dadurch eine gewisse Geschwindigkeit ertheilen. Durch beydes wird die Kraft des bewegten Körpers geschwächt, und kann endlich ganz aufgehoben werden.

Daher fällt ein Körper in der Luft langsamer, als in einem freyen Mittel, und ein Pendel kommt endlich zur Ruhe.

139. Je stärker der Zusammenhang einer Flüssigkeit, und je größer ihre Dichtigkeit ist, desto größer ist der Widerstand, den der bewegte Körper in ihr erleidet. Nicht weniger kommt hierbey auf die Gestalt des Körpers an: je größer die Fläche ist, die er der Flüssigkeit entgegenstellt, desto größer ist die Wirkung, welche diese darauf ausübt.

Ein Stein fällt im Wasser langsamer, als in der Luft; ein Pendel, das mit der breiten Seite der Linse gegen die Luft schwingt, kommt eher zum Stillstand, als wenn die Linse mit der Schärfe die Luft durchschneidet; noch auffallender ist der Unterschied im Wasser; Gestalt der Schiffe, der Fische, der Vögel.

140. Endlich hat die Geschwindigkeit des bewegten Körpers einen ganz vorzüglichen Einfluß auf den Widerstand, den er von der Flüssigkeit erleidet. Denn bey größerer Geschwindigkeit werden nicht nur mehrere Theile in derselben Zeit aus dem Wege gestoßen, sondern diese erhalten auch eine größere Geschwindigkeit. Daher wächst der Widerstand in dem Verhältniß des Quadrats der Geschwindigkeit.

Durch die Geschwindigkeit der Bewegung wird das Schwimmen im Wasser möglich, auch wenn der Körper

spezifisch schwerer seyn sollte; das Fliegen in der Luft; die Wirkung der Fallschirme.

Vergebliche Versuche der Menschen, sich durch Flügel in die Luft zu erheben.

141. Dieselbe Kraft, die eine ruhige Flüssigkeit auf einen bewegten festen Körper ausübt, übt eine bewegte Flüssigkeit, unter übrigens ähnlichen Umständen, auf einen ruhenden festen Körper aus. Die bewegte Flüssigkeit bringt einen Stoß auf den festen Körper hervor, dessen Wirkung theils von der Größe der gestoßenen Fläche, theils von der Masse und Geschwindigkeit der stoßenden Flüssigkeit, theils von der Richtung des Stoßes abhängt.

Wassermühlen, Windmühlen, Segel; Ströme, Stürme.

142. Ist sowohl der feste, als der flüssige Körper in Bewegung, so muß die Wirkung größer seyn, als wenn nur einer von beyden bewegt wird; die Art der Wirkung aber hängt davon ab, ob die Richtungen ihrer Bewegung gleich oder verschieden sind. Die Geschwindigkeit des festen Körpers kann dadurch vermehrt oder vermindert werden.

Bewegung mit und gegen den Wind, mit und gegen den Strom.

Fünfter Abschnitt.

Vom Schalle.

143. Alle elastischen Körper, feste sowohl als flüssige, haben das Vermögen, wenn sie auf gewisse Weise erschüttert werden, einen Schall hervorzubringen, und in dieser Rücksicht heißen sie schallende Körper. Durch die Erschütterung werden die Theile derselben in eine schwingende Bewegung gesetzt, die nach der verschiedenen Beschaffenheit der Körper geschwinder oder langsamer, regelmäßig oder unregelmäßig geschieht. Hieraus entspringt eine große Mannigfaltigkeit des Schalles.

Wir kennen keinen ganz unelastischen Körper, und daher auch keinen, dem die Fähigkeit, einen Schall hervorzubringen, gänzlich fehlte.

144. Sind die Schwingungen eines schallenden Körpers regelmäßig, das heißt, geschehen in gleichen Zeiten gleich viele Schwingungen, so nennen wir den Schall einen Klang; und sehen wir bey einem Klange auf den Unterschied, der durch die größere oder geringere Schnelligkeit seiner Schwingungen hervorgebracht wird, so nennen wir ihn einen Ton. Doch rührt die Ver-

schiedenheit des Klangs nicht blos von der verschiedenen Schnelligkeit der Schwingungen, sondern auch von der verschiedenen Beschaffenheit des Materials her: zwey Körper können einerley Ton hervorbringen, und die Töne doch von verschiedener Art seyn, z. B. der Ton einer Violine und einer Flöte. Eine ähnliche Verschiedenheit findet unstreitig auch bey den Arten des Schalles, die durch unregelmäßige Schwingungen hervorgebracht werden, statt.

Wir haben in unsrer Sprache eine Menge malender Ausdrücke für die verschiedenen Arten des Schalles: Geräusch, Zischen, Pfeifen, Murmeln, Brausen, Knallen, Krachen u. s. w.

145. Da die verschiedenen musikalischen Töne von der verschiedenen Schnelligkeit der Schwingungen, und diese, wenigstens bey den Saiten, von verschiedenen durch Rechnung bestimmbaren Umständen abhängen, so ist die Musik in so fern ein Gegenstand der Physik und Mathematik geworden. Man hat gefunden, daß, wenn die Anzahl der Schwingungen zweyer Töne sich wie 1 zu 2 verhalten, die Töne um eine Octave von einander verschieden sind; verhalten sie sich wie 2 zu 3, so machen die Töne eine Quinte; verhalten sie sich wie 3 zu 4, so machen die Töne eine Quarte u. s. w. Uebrigens ist der

tiefste hörbare Ton derjenige, der durch ungefähr 30 Schwingungen in einer Secunde hervorgebracht wird, und der höchste derjenige, der durch 7552 Schwingungen in einer Secunde entsteht. Doch sind diese Angaben nicht für ganz genau zu achten.

146. Der Ton einer Saite hängt theils von ihrer Länge, theils von ihrer Dicke oder Schwere, theils von dem Grad ihrer Spannung ab. Man hat hierüber folgende Regeln:

1. Saiten von gleicher Länge, gleicher Dicke und gleicher Spannung haben einerley Ton.

2. Bey Saiten von ungleicher Länge, aber gleicher Dicke und Spannung verhalten sich die Schwingungen umgekehrt wie die Längen: die längere macht weniger, die kürzere mehr Schwingungen in derselben Zeit.

3. Bey ungleicher Länge, ungleicher Dicke und ungleicher Spannung verhalten sich die Schwingungen wie die Quadratwurzel der spannenden Kraft (K) dividirt durch das Product der Länge (L) mit der Quadratwurzel der Schwere oder Dicke (S).

1. Die letztre Regel läßt sich durch folgende Formel ausdrücken: $\frac{\sqrt{K}}{L\sqrt{S}} = \frac{1}{L} \cdot \sqrt{\frac{K}{S}}$; woraus man leicht das Verhältniß der Schwingungen herleiten kann, wenn die Länge, oder die Dicke, oder die Spannung gleich gesetzt wird.

2. Die spannende Kraft läßt sich durch ein Gewicht, das man sich an die Saite gehängt vorstellt, ausdrücken.

3. Die Saite einer Violine bringt verschiedene Töne hervor, wenn sie durch den Druck des Fingers verkürzt und mehr angespannt wird.

147. Eine und eben dieselbe Saite aber kann, ohne daß ihre Länge oder Spannung sich ändert, eine Reihe von verschiedenen Tönen hervorbringen, je nachdem sie ihrer ganzen Länge nach schwingt, oder sich gleichsam in mehrere schwingende Theile theilt. Im ersten Fall ist der Ton, den sie hervorbringt, der möglich tiefste dieser Saite, und heißt ihr Grundton; im zweyten Fall aber sind die Töne desto höher, in je mehr Theile sich die Saite getheilt hat. Bey dem Grundton geräth die ganze Saite in eine schwingende Bewegung; bey den andern Tönen aber lassen sich gewisse Punkte auf der Saite bemerken, die nicht schwingen, sondern ruhig bleiben, (man nennt sie Schwingungsknoten,) und die Schwingungen zweyer benachbarten Theile der Saite gehen nach entgegengesetzten Richtungen.

Dieß läßt sich vermittelst des Monochords zeigen. — Ob die Saite ihren Grundton oder einen andern Ton angeben soll, das hängt davon ab, ob die Saite, während man sie mit dem Bogen streicht, ganz frey gelassen, oder an gewissen Stellen berührt wird. — Aeolsharfen.

Hr. Chladni hat noch eine besondere Art von Tönen an den Saiten und klingenden Stäben wahrgenommen, die er Längentöne nennt.

148. Etwas ähnliches als die Schwingungsknoten bey den Saiten hat Hr. Chladni bey klingenden Flächen entdeckt. Er hat nehmlich gefunden, daß es auch bey diesen ruhende Stellen giebt, um welche herum die Theile nach entgegengesetzten Richtungen schwingen, und daß die Töne nach der verschiedenen Beschaffenheit derselben verschieden sind. Die ruhenden Stellen bilden hier meistens Linien, und diese, was sehr merkwürdig ist, regelmäßige Figuren, die nicht nur bey verschiedenen Scheiben sehr verschieden, sondern auch bey einer und eben derselben sehr mannigfaltig seyn können. Durch aufgestreuten Sand hat Hr. Chladni diese Figuren dem Auge auf eine überraschende Weise darzustellen gelehrt.

149. Sollen die Schwingungen eines schallenden Körpers von unserm Ohr empfunden werden, so müssen sie durch irgend ein Zwischenmittel zu demselben fortgepflanzt werden. Hierzu kann ein jeder elastischer Körper dienen, das gewöhnlichste Mittel aber ist die Luft, die alle Körper auf der Erde umgiebt. Ihr theilen sich die Schwingungen des schallenden Körpers mit,

und verbreiten sich in ihr wie Strahlen nach allen Seiten hin. Man nennt daher auch die fortgepflanzten Schwingungen Schallstrahlen; indessen wenn gleich die Fortpflanzung hauptsächlich nach geraden Linien geschieht, so können doch auch Schwingungen zur Seite statt finden.

Die Stärke des Schalles in verschiedenen Entfernungen vom schallenden Körper läßt sich daher nicht so genau wie die Helligkeit in verschiedenen Entfernungen vom leuchtenden Körper bestimmen.

150. Obgleich die Luft das gemeinste Fortpflanzungsmittel des Schalles ist, so ist sie doch nicht das vorzüglichste. Sie pflanzt den Schall mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 1040 par. Fuß in einer Secunde fort, indeß mehrere andere Körper ihn mit einer viel größern Geschwindigkeit fortzupflanzen im Stande sind. Hr. Chladni will beobachtet haben, daß sich aus dem Verhältniß der Anzahl der Longitudinalschwingungen eines Körpers das Verhältniß seiner Leitungsfähigkeit für den Schall bestimmen lasse. Uebrigens wird auch die Leitungsfähigkeit der Luft durch ihre größere oder geringere Elastizität modifizirt.

Daß auch feste Körper den Schall fortzupflanzen fähig sind, lehrt schon die bekannte Erfahrung, daß man

einen Schall durch hölzerne oder steinerne Wände, und das Rasseln eines entfernten Wagens besser hören kann, wenn man das Ohr auf die Erde legt, als wenn man aufrecht steht.

151. Der Schall pflanzt sich in der Luft mit gleichförmiger Geschwindigkeit fort; hat man also ein Mittel, die Entstehung desselben von weiten zu bemerken, so kann man aus der Zwischenzeit zwischen dem Augenblick der Entstehung eines Schalles, und dem Augenblicke, wo er gehört wird, sehr leicht die Entfernung beyder Orte von einander bestimmen. Man hat auch gefunden, daß ein starker Schall sich nicht geschwinder als ein schwacher fortpflanzt.

152. Ein starker Schall entsteht alsdann, wenn viele Lufttheilchen zugleich in starke Schwingung gesetzt werden. Dieß kann entweder unmittelbar von dem schallenden Körper herrühren, oder dadurch bewirkt werden, daß andere Körper durch den schallenden Körper in Schwingung gebracht werden und mit schallen. So wird der Klang eines Instruments durch den Resonanzboden verstärkt. — Auf der andern Seite kann der Schall eines Körpers geschwächt oder gedämpft werden, wenn man den Körper mit einem unelastischen oder weichen Körper in Verbindung bringt.

153. Verhindert man, daß die Schallstrahlen sich nicht nach allen Seiten zerstreuen, und nöthigt sie, nach einer bestimmten Richtung fortzugehen, so kann man dadurch ebenfalls den Schall beträchtlich verstärken. Durch eine lange Röhre läßt sich ein Schall weiter fortpflanzen, als ohne dieselbe. Noch mehr ist das Sprachrohr dazu geeignet, den Schall zu verstärken. — Durch das Hörrohr werden Schallstrahlen aufgefangen und in das Ohr gebracht, die sonst bey demselben vorbey gehen würden. Zu einem ähnlichen Zweck dient auch das äußere Ohr bey Menschen und Thieren.

154. Ueberhaupt können die Schallstrahlen auf eine ähnliche Art, wie die Lichtstrahlen, zurückgeworfen werden. Wenn nehmlich die Schwingungen der Luft auf einen hinreichend dichten Körper treffen, so setzen sie nicht nur den Körper selbst in eine ähnliche Schwingung, und pflanzen dadurch den Schall in ihm und durch ihn fort, sondern sie gehen auch unter demselben Winkel von ihm zurück, unter dem sie auf ihn getroffen hatten — nach eben dem Gesetz, nach welchem ein elastischer Körper von einem andern Körper zurückprallt. Es kann daher geschehen, daß Schallstrahlen durch die Reflexion an einen Ort gelangen, wohin unmittelbar von dem schal-

lenden Körper keine Strahlen kommen; und daher können wir öfters einen Schall hören, selbst wenn die gerade Linie zwischen uns und dem schallenden Körper durch Körper unterbrochen ist, die den Schall schwerlich durch sich hindurch fortpflanzen.

Von Sprachgewölben.

155. Es können aber auch Schallstrahlen durch die Reflexion an eben den Ort, von welchem sie ausgingen, zurückgebracht, oder an einen Ort geleitet werden, an welchen vorher schon unmittelbar von dem schallenden Körper Strahlen gekommen waren. Folgen alsdann die reflectirten Strahlen nicht zu schnell auf die ursprünglichen, so daß unser Ohr die Eindrücke von beyden unterscheiden kann, so entsteht ein Echo. Man weiß aber aus Erfahrung, daß unser Ohr in einer Secunde nicht mehr als neun Töne unterscheiden kann; folglich muß ein Schall von dem andern wenigstens um den neunten Theil einer Secunde entfernt seyn, wenn unser Ohr beyde unterscheiden soll. Da nun der Schall in einer Secunde eine Strecke von 1040 par. Fuß durchläuft, so macht er in dem neunten Theil einer Secunde einen Weg von $115\frac{5}{9}$, oder, in einer runden Zahl, von 120 Fuß. Folglich muß

die reflectirende Ebene von dem Ort der Entstehung des Schalles wenigstens 60 Fuß entfernt seyn, wenn hier ein Echo statt finden soll.

Warum man in einem Zimmer kein Echo bemerkt.

156. Es kann zwar ein jeder nicht gar zu weicher Körper den Schall reflectiren; gleichwohl sind die Echos nicht so sehr häufig. Denn es ist nothwendig, daß die reflectirenden Körper auch eine solche Gestalt und Lage gegen einander haben, daß sie eine hinreichende Menge von Strahlen an den Ort schicken, wo das Echo gehört werden soll; und dieß ist schon seltner der Fall. Die Strahlen gehen nehmlich von dem schallenden Körper divergent aus; von einer Ebene prallen sie daher auch wieder divergent zurück, und werden also zu sehr zerstreut, als daß sie noch einen merklichen Eindruck auf unser Ohr machen können. Es müssen also entweder mehrere Ebenen in schicklichen Lagen gegen einander vereinigt werden, oder die reflectirende Fläche muß eine solche Gestalt haben, daß sie die reflectirten Strahlen wieder näher zusammenbringt.

157. Unter den Echos findet eine große Mannigfaltigkeit in Ansehung der Stärke, der Deut-

lichkeit, der Menge der wiederholten Sylben und der Anzahl der Wiederholungen statt. Diejenigen, die nur eine Sylbe wiederholen, heißen einsylbige, die mehrere Sylben wiederholen, vielsylbige Echos; geben sie ihre Wiederholung nur einmal zurück, so heißen sie einfache, geben sie sie mehreremale zurück, so heißen sie vielfache Echos. Manches Echo soll auch nur musikalische Töne wiederholen, oder doch diese vorzüglich gut ausdrücken. Ein solches heißt ein tonisches Echo.

158. Endlich ist noch die Frage, worin die Wirkung bestehe, die der Schall auf unsere Gehörs-Werkzeuge macht. Da die Schallstrahlen nichts anders als Schwingungen sind, die sich durch die Luft oder andre elastische Körper fortpflanzen, so besteht der Eindruck, der dadurch auf unser Ohr hervorgebracht wird, unstreitig in ähnlichen Schwingungen. Die Organe des Gehörs sind so eingerichtet, daß sie diese leicht aufnehmen. Die Gehörgänge, die von den festesten Knochen gebildet werden, sind zum Theil mit Luft gefüllt. Es kann also sowohl die innere Luft, als die festen Theile selbst, die zum Theil sehr zart und elastisch sind, durch die Schwingungen der äußern Luft erschüttert werden. Das äußere Ohr dient, wie schon vorhin be-

merkt worden ist, dazu, mehr Schallstrahlen aufzufangen, und in den Gehörgang zu bringen, als dieser, bey seiner engen Oeffnung, sonst bekommen würde. Doch kann das Gehör auch durch den Mund, besonders durch die Zähne, unterstützt werden.

Zweyter Haupttheil.

Besondere Naturlehre.

Erster Abschnitt.

Chemische Wirkungen der Körper auf einander.

159. Außer den Wirkungen, welche die Körper durch Stoß oder Druck auf einander auszuüben im Stande sind, und die man überhaupt mechanische Wirkungen nennt, giebt es noch andere, die in der besondern Beschaffenheit der Körper gegründet sind, und die man zum Unterschied von jenen chemische Wirkungen nennt. Es scheint, als ob man die letztern insgesammt auf eine gegenseitige Anziehung oder Zurückstoßung zurückführen könnte.

Manche Physiker läugnen eine eigentliche Zurückstoßung.

160. Alle Körper bestehen aus Theilen, die entweder gleichartig oder ungleichartig

sind. Die Kraft, durch welche diese zusammengehalten werden, heißt überhaupt die Cohäsionskraft (20.); die Fähigkeit derselben aber, sich mit einander zu vereinigen, nennt man ihre chemische Verwandtschaft, und diese betrachtet man als eine Anziehungskraft, die sich zwischen verschiedenen Stoffen verschiedentlich äussert.

Einen Körper so zertheilen, daß die Theile ein gleichartiges Ansehen unter sich und mit dem Ganzen behalten, heißt ihn mechanisch theilen; hingegen ihn so zertheilen, daß seine verschiedenartigen Bestandtheile von einander abgesondert werden, heißt ihn chemisch zertheilen oder zerlegen, zersetzen.

161. Es ist leicht zu bemerken, daß nicht alle Arten von Körpern sich mit einander vereinigen lassen, und daß selbst die, welche sich mit einander verbinden, es nicht mit gleicher Leichtigkeit und gleicher Stärke thun. Wir können also diese Vereinigung nicht als die Wirkung einer der Materie überhaupt zugehörigen Anziehungskraft ansehen, sondern müssen sie als eine in der besondern Beschaffenheit der Stoffe gegründete Wirkung betrachten. Man unterscheidet daher auch verschiedene Grade der Verwandtschaft — nähere und entferntere; und von solchen Stoffen, die sich nicht mit einander ver-

einigen, sagt man, es finde gar keine Verwandtschaft unter ihnen statt. Das letztre kann jedoch seinen Grund darin haben, daß die Theile eines jeden dieser Stoffe sich unter einander stärker anziehen, als sie von den Theilen des andern angezogen werden.

162. Ein Gesetz, worauf die verschiedenen Grade der Verwandtschaft der Körper beruhen, hat man bis jetzt nicht entdecken können. Man muß daher durch Versuche zu erfahren suchen, wie ein Körper sich in Ansehung seiner Verwandtschaft zu andern verhalte; und man hat bereits viele Verwandtschafts-Tabellen; indessen ist es nicht möglich, daß diese vollständig seyn sollten. Ueberdieß kann selbst die Verwandtschaft eines und eben desselben Körpers zu einem andern sich ändern, wenn ihre Temperatur sich ändert.

163. Die Anziehung, die ein Paar Körper vermöge ihrer Verwandtschaft gegen einander ausüben, findet nur in unmerklicher Entfernung oder bey eigentlicher Berührung statt, und wird in einiger Entfernung unmerklich. Hierin scheint sie von der allgemeinen Anziehung der Materie, die sich auf beträchtliche Weiten erstrecken kann, unterschieden zu seyn.

Hypothese von la Place, um beyde Arten der Anziehung unter dasselbe Gesetz zu bringen. (S. Hauy traité element. de Physique Tom. I. pag. 41.)

164. Taucht man einen festen Körper in Wasser oder eine andere Flüssigkeit, und er wird naß davon, so ist dieß schon ein Beweis, daß die Theile der Flüssigkeit von dem festen Körper stärker angezogen werden, als sie unter sich zusammenhängen. Diese Adhäsion ist also eine Folge der Verwandtschaft zwischen dem festen und flüssigen Körper, wenn es gleich nur ein geringer Grad derselben ist.

Ein Finger in Wasser getaucht wird naß; in Quecksilber bleibt er trocken. Bestreicht man ihn mit Fett oder bedeckt ihn mit Bärlappsamen, so wird er auch im Wasser nicht naß.

165. Durch das Anhängen des Wassers an feste Körper wird es möglich, diesen flüssigen Körper an einem rauhen Seil in beträchtlicher Menge in die Höhe zu bringen, wie es bey der Veraischen Maschine geschieht. Eben dieses Anhängen ist Ursache, daß das Wasser am Rande eines Gefäßes höher, als in der Mitte desselben, steht; welches wiederum die Ursache von der scheinbaren Anziehung des Randes gegen Körper ist, die auf der Oberfläche des Wassers schwimmen. Queckfilber hingegen steht am Rande nie-

driger, als in der Mitte, weil seine Theile sich unter einander stärker ziehen, als sie von dem Rande des Gefäßes gezogen werden.

Wasser fließt leicht an der Außenseite eines Gefäßes herunter, aus dem es ausgegossen wird; Queckfilber nicht.

166. Je kleiner der Durchmesser des Gefäßes ist, desto größer wird beym Wasser die Concavität der Oberfläche, und beym Queckfilber die Convexität derselben. Taucht man endlich eine ganz enge, an beyden Enden offene, gläserne Röhre ins Wasser, so steht das Wasser innerhalb der Röher höher, als außerhalb; Queckfilber hingegen steht innerhalb der Röhre niedriger als außerhalb. Man nennt dergleichen Röhren Haarröhrchen (tubi capillares), und die Physiker haben sich mit Untersuchung der Umstände, unter denen eine Flüssigkeit in ihnen höher oder tiefer steht, und mit Erklärung dieser Erscheinung viel beschäftigt. Noch ist nicht alles dabey aufs Reine gebracht; indessen zweifelt man doch nicht mehr, daß das Verhältniß der Anziehung zwischen dem Glase und der Flüssigkeit die wirkende Ursache sey.

1. Nach Hällströms Untersuchungen steigt das Wasser in längern Haarröhrchen nicht höher, als in kürzern; bläst man aber das Wasser mit dem Munde

heraus, so hindern es die fetten Dünste, nachher so hoch zu steigen, als vorher; daher die Täuschungen von Musschenbroek und andern. (Annalen der Phys. 1803. 8tes St.)

2. Beobachtung von Casbois, daß trocknes Queckſilber in recht ausgetrockneten Haarröhrchen, gleich dem Waſſer, innerhalb höher als außerhalb ſtehe. — Widerlegung von Milon (Journ. de Phys. an X. Pluv.).

3. Verſchiedene Flüſſigkeiten ſteigen in gleich weiten Haarröhrchen auf verſchiedene Höhen; in einerley Flüſſigkeit verhalten ſich die Höhen umgekehrt wie die Durchmeſſer der Oeffnungen.

167. So gut das Waſſer in die enge Oeffnung eines Haarröhrchens ſteigt, ſo gut dringt es auch in die feinen Zwiſchenräume poröſer Körper, z. B. Löſchpapier, Schwamm, Holz, Sandſtein, Gyps. Manche Körper dehnen ſich dabey mit großer Gewalt aus. Auch zwiſchen Glasplatten, die unter einem ſehr kleinen Winkel an einander gehalten werden, ſteigt das Waſſer in die Höhe, und bildet dabey eine hyperboliſche Krümmung.

1. Durch Keile von trocknem Holz, die in Steinritzen getrieben und darauf benetzt werden, laſſen ſich die Steine zerſprengen. — Aufſtellung des großen Obelisks in Rom 1585.

2. Queckſilber läßt ſich zwar durch Leder und Eichenholz preſſen, läuft aber von ſelbſt nicht durch Flor oder Leinwand durch, und kann daher in einem Beutel von ſolchem Zeuge, aber freylich nur in geringer Menge, getragen werden.

168. Wenn zwey Körper durch ihre gegenseitige Verwandtschaft zu einem einzigen verbunden werden sollen, so ist es nothwendig, daß wenigstens der eine von ihnen in einem flüssigen Zustande vorhanden sey. Die Art von Verbindung, die dadurch entsteht, heißt eine Auflösung, die Flüssigkeit das Auflösungsmittel, und der feste Körper der aufgelöste Körper. Feste Körper können zwar auch chemisch auf einander wirken und mancherley Veränderungen in einander hervorbringen (wie man z. B. an der Voltaischen Säule sieht); aber der Zusammenhang der Theile ist zu stark, als daß er durch die Kraft der Verwandtschaft aufgehoben werden könnte. Ein Paar feste Körper müssen daher erst durchs Feuer in einen flüssigen Zustand gebracht werden, um sich zu vereinigen. Man unterscheidet deßhalb die Auflösung auf dem nassen und auf dem trockenen Wege.

Auflösungen auf nassem Wege geben z. B. Salz und Wasser, Zucker und Wein, Kupfer und Scheidewasser.

Auflösungen auf trockenem Wege erhält man durch Zusammenschmelzung verschiedener Metalle, z. B. Kupfer und Silber, Zinn und Bley.

169. Da die Verwandtschaft der Körper nur in unmittelbarer Berührung, oder doch hier vors

züglich, wirksam ist, so wird die Auflösung durch alles das befördert, was die Berührung beyder Körper vermehrt. Dahin gehört Zerstückelung des aufzulösenden Körpers und Bewegung des Auflösungsmittels. Ein flüssiger Körper wird von einem andern flüssigen leichter aufgelöst, als ein fester bey gleichem Grade der Verwandtschaft, weil die Theile von jenem sich leichter von einander trennen, als von diesem.

Es giebt auch Flüssigkeiten, die sich nicht zusammen vereinigen, z. B. Wasser und Oel, Queckfilber und Weingeist.

170. Zu einer vollkommenen Auflösung wird erfordert, daß der dadurch entstandene Körper ein völlig gleichartiges Ansehen habe. Ist die Auflösung auf nassem Wege geschehen, so darf der aufgelöste Körper sich nicht durch seine spezifische Schwere von dem Auflösungsmittel trennen, sonst ist er nur mechanisch mit ihm vermischt gewesen. Oefters ist mit einer vollkommenen Auflösung auch eine Veränderung der Temperatur verbunden; und das Volumen der Auflösung ist selten der Summe der Voluminum der gemischten Körper gleich.

1. Bey der Auflösung von Metallen in Säuren entsteht Wärme, und bey der Auflösung von Eis oder Schnee in Salpeter- oder Schwefelsäure entsteht Kälte.

2. Ein Maß gemeines Wasser und ein Maß Salzwasser geben zusammengemischt weniger als zwey Maß. Zwey Kugeln von Kupfer und zwey gleich große von Zinn geben zusammengeschmolzen, nach Glaubers Versuchen, nicht mehr drey solche Kugeln.

171. Durch die Auflösung verändern sowohl das Auflösungsmittel, als der aufgelöste Körper zum Theil ihre ursprünglichen Eigenschaften. Bisweilen entsteht ein neuer Körper daraus, dessen Wirkungen von den Wirkungen der gemischten Körper sehr verschieden sind.

Weingeist und Schwefelsäure geben zusammen den bekannten Hoffmannischen Liquor. — Eine Auflösung von Eisenvitriol und ein Extract von Galläpfeln machen, zusammengemischt, Dinte.

172. Ein jedes Auflösungsmittel kann nur eine gewisse Quantität des aufzulösenden Körpers in sich aufnehmen; und wenn es diese aufgenommen hat, heißt es gesättigt. Der Sättigungspunkt aber ist nach Verschiedenheit der Temperatur verschieden: je wärmer nehmlich das Auflösungsmittel ist, desto mehr kann es auflösen. Ueberhaupt wird durch die Wärme die auflösende Kraft des Auflösungsmittels verstärkt, und daher ist die Wärme ein Beförderungsmittel der Auflösung. — Auch kann ein Mittel in Ansehung eines Körpers gesättigt, und doch noch

fähig seyn, von einem andern Körper etwas aufzulösen.

Wasser mit Kochsalz gesättigt löst Pottasche auf.

173. Wenn man aus einer Auflösung den aufgelösten Körper wieder ausscheidet, so heißt er nun ein Niederschlag (praecipitatum), und die Operation selbst eine Niederschlagung oder Fällung (praecipitatio). Sie kann eben sowohl auf dem nassen, als auf dem trocknen Wege geschehen, je nachdem die Auflösung auf jenem oder diesem Wege geschehen war. In beyden Fällen muß man der Auflösung einen dritten Körper zusetzen, der entweder mit dem Auflösungsmittel oder mit dem aufgelösten Körper eine nähere Verwandtschaft hat, als beyde gegen einander haben. Bey einer Auflösung auf dem nassen Wege kann man auch das Auflösungsmittel abdampfen, oder auch die Temperatur desselben erniedrigen. Doch wird im letztern Fall nur ein Theil des aufgelösten Körpers aus einer gesättigten Auflösung niedergeschlagen, und die Auflösung bleibt gesättigt. Oft erhält auch der Niederschlag durch das Niederschlagungsmittel besondre Eigenschaften, z. B. Knallgold, Knallsilber.

1. Bey einer Fällung auf dem trocknen Wege muß die Auflösung geschmolzen werden.

2. Queckſilber in Salpeterſäure aufgelöſt läßt ſich durch Kupfer; Kampher in Weingeiſt durch Waſſer niederſchlagen.

3. Kreide in Eſſig aufgelöſt wird durch Schwefelſäure als Gyps niedergeſchlagen; Kalk aus dem Kalkwaſſer durch Luftſäure.

4. Durch Abdampfen wird das Salz aus den Soolen, ingleichen werden viele Mittelſalze aus ihren Auflöſungen dadurch gewonnen.

174. Manche Körper können ſich nicht für ſich ſelbſt vereinigen, ſondern bedürfen dazu der Dazwiſchenkunft eines dritten, den man das Aneignungsmittel (medium approprians), ſo wie die Verbindung ſelbſt eine Aneignung (appropriatio) nennt.

1. Waſſer und Fett vereinigen ſich nur vermittelſt eines Laugenſalzes; Waſſer und Erden vermittelſt der Luftſäure.

2. Entzieht man das Aneignungsmittel der Miſchung, ſo ſtellen ſich die verbundenen Körper wieder her. Beraubt man z. B. Pyrmonterwaſſer ſeiner Luftſäure, ſo fällt der Eiſenkalk zu Boden.

175. Endlich können auch aus zwey zuſammengeſetzten Körpern, wenn ſie vermiſcht werden, ein Paar neue Körper entſtehen, von denen jeder aus Beſtandtheilen beyder zuſammengeſetzt iſt. Dieſe Art von chemiſcher Wirkung wird einer doppelten oder zuſammengeſetzten Wahl-

verwandtschaft oder Wahlanziehung (attractio electiva duplex) zugeschrieben.

1. Eine einfache Wahlverwandtschaft findet bey der Niederschlagung, und eine einfache Verwandtschaft überhaupt bey der Auflösung statt.

2. Eine Auflösung von Eisen in einer Säure und Blutlauge geben zusammengemischt Berlinerblau, indeß zugleich die Säure sich mit dem Alcali zu einem Mittelsalz verbindet.

Zweyter Abschnitt.

Von den einfachen Körpern, die eine merkliche Schwere haben.

176. Einfache Körper sind solche, deren Bestandtheile insgesammt gleichartig sind. Alle zusammengesetzte Körper müssen sich am Ende in einfache auflösen, daher die Kenntniß der letztern von großer Wichtigkeit wäre. Allein die Mittel, die wir zur Zerlegung der Körper anwenden können, sind ihrer Natur nach so eingeschränkt, daß wir nie gewiß seyn können, einen Körper durch sie wirklich in seine einfachen Bestandtheile aufgelöst zu haben. Daher ist von den Körpern, welche heutzutage für einfach gelten, bey dem einen Theil ihr Daseyn, und bey dem andern ihre Einfachheit zweifelhaft.

Die Körper nach ihren Bestandtheilen zu untersuchen, ist das Geschäft der Chemie.

Das Reich der vier Elemente hat, wie das Reich der vier Monarchieen, seine Endschaft erreicht.

177. Man trifft bey Zerlegung vieler Körper auf Veränderungen, die selbst durch unsere Wagen bemerklich gemacht werden, ohne daß man im Stande wäre, den Stoff, durch den sie wahrscheinlich hervorgebracht werden, besonders aufzufangen. Um diese Veränderungen zu erklären, hat man daher gewisse einfache Stoffe angenommen, deren Beschaffenheit freylich nur durch die Erscheinungen bestimmt werden kann, zu deren Behuf sie erdacht worden sind. Es gehören dahin der Sauerstoff (oxygène), der Wasserstoff (hydrogène), der Stickstoff (azôte), der Kohlenstoff (carbone).

1. Diese neuen Stoffe sind zuerst durch Lavoisier in die Chemie und Physik eingeführt worden, daher die französischen Kunstnamen.

2. Von den Versuchen und Beobachtungen, worauf sich die Annahme dieser Stoffe gründet, wird in der Folge an mehrern Orten die Rede seyn. Kennt man die mannigfaltigen Erscheinungen, die dadurch erklärt werden, so muß man das Sinnreiche dieser Hypothese bewundern.

3. Es giebt noch andere hypothetische einfache Stoffe, die sich aber von den genannten dadurch unterscheiden, daß sie imponderabel sind.

178. Der Sauerstoff hat seinen Namen daher erhalten, weil er derjenige Stoff seyn soll, der in allen Säuren angetroffen, und als das sauermachende Prinzip in ihnen betrachtet wird. Man darf indessen nicht glauben, als ob er selbst etwas Saures wäre, sondern es hängt von der Beschaffenheit der Materie ab, mit der er sich verbindet, ob eine Säure daraus entstehen soll oder nicht. Er wird daher auch in vielen Verbindungen gefunden, die keine Spur von Säure zeigen. So soll er die Grundlage der Lebensluft, ingleichen ein Hauptbestandtheil des Wassers seyn. Er findet sich folglich sehr häufig in der Natur, und nimmt an vielen Erscheinungen in ihr Antheil.

179. Der Wasserstoff wird als die Grundlage der brennbaren Luft, und als derjenige Stoff betrachtet, der in Verbindung mit dem Sauerstoff Wasser erzeugt. Ueberdieß macht er einen Bestandtheil der meisten, wo nicht aller brennbaren Körper aus, die nicht selbst wieder für einfach anzusehen sind, und wird daher ebenfalls in größter Menge in der Natur angetroffen.

180. Der Stickstoff oder Salpeterstoff ist sowohl die Grundlage der Stickluft, die den größten Theil unserer Atmosphäre ausmacht, als

der Salpetersäure. Seine Eigenschaften sind indessen noch am wenigsten bestimmt, und einige wollen ihn sogar nicht für einen besondern Stoff gelten lassen, sondern für eine bloße Zusammensetzung aus Sauerstoff und Wasserstoff gehalten wissen.

181. Der Kohlenstoff macht in Verbindung mit dem Sauerstoff die Grundlage der Luftsäure aus, die häufig in der Natur erzeugt wird. Er ist ein Hauptbestandtheil der Kohle, wovon er auch seinen Namen hat, findet sich aber nicht blos in ihr, sondern auch in allen organischen Körpern. Auch im Diamant ist er in großer Menge enthalten, ja nach einigen besteht der Diamant aus bloßem Kohlenstoff.

1. Die gemeine Holzkohle enthält auch noch Wasserstoff, Erde und Laugensalz.

Die Holzkohle sowohl als die Steinkohle sind sehr schätzbare Producte und zu vielen Arten von Arbeiten unentbehrlich.

2. Beym Verbrennen der Kohlen erzeugt sich Luftsäure, die tödtlich ist — der sogenannte Kohlendampf.

3. Sonst hat die Kohle eine antiseptische Kraft: verdorbenes Wasser und stinkendes Fleisch werden durch sie wieder hergestellt.

182. Die zweyte Klasse der einfachen Körper begreift diejenigen Körper, die man noch nicht zu zerlegen im Stande gewesen ist; woraus frey-

lich nicht folgt, daß sie überhaupt nicht zerlegt werden könnten, oder daß sie absolut einfach wären. Daher kann die Anzahl derselben sich ändern. Jetzt rechnet man dahin den Schwefel, den Phosphor, alle Metalle und die Erden.

183. Der Schwefel ist ein Mineral, das häufig angetroffen wird, doch selten rein; gemeiniglich muß er erst durch Kunst gereinigt werden. Er ist von Natur fest, läßt sich aber schmelzen und entzünden. Seine große Entzündbarkeit hat ihn in unsere Haushaltungen eingeführt. Ueberhaupt ist es ein sehr nützliches Mineral, auch als Arzneymittel wirksam. Beym Verbrennen desselben entsteht Schwefelsäure, daher der aufsteigende Dampf von brennendem Schwefel so beißend ist.

184. Der Phosphor findet sich nicht rein in der Natur, sondern muß erst durch Kunst bereitet werden. Sonst zog man ihn blos aus dem Urin, weßhalb er auch Harnphosphor heißt; er kann aber auch aus andern thierischen Stoffen gewonnen werden. Er hat die Eigenschaft, im Dunkeln in der freyen Luft zu leuchten, und entzündet sich schon bey einer geringen Wärme. Er brennt mit einer sehr lebhaften Flamme, und es entsteht dabey Phosphorsäure.

1. Weil er sich so leicht entzündet und schwer gelöscht werden kann, so muß man ihn mit großer Vorsicht aufbewahren.

2. In Oel aufgelöst giebt er eine Masse, die im Dunkeln leuchtet, und zu allerhand Spielwerken gebraucht werden kann. — Man hat ihn auch zu schnell zündenden Feuerzeugen angewandt — Tachypyrion.

3. Den Namen Phosphor giebt man auch wohl noch andern selbstleuchtenden Körpern, die nicht brennen.

185. Die Metalle machen eine zahlreiche und wichtige Klasse von Körpern aus; es ist aber schwer, das Eigenthümliche derselben allgemein zu bestimmen. Sie unterscheiden sich durch ihre ansehnliche spezifische Schwere, durch ihren metallischen Glanz, durch ihre Biegsamkeit und Dehnbarkeit, die jedoch bey einigen nur gering ist, durch ihre Schmelzbarkeit, und selbst durch ihre Verbrennlichkeit. So lange sie diese Eigenschaften besitzen, heißen sie Metallkönige oder reguliniſche Metalle. Denn es kann mit ihnen eine Veränderung vorgenommen werden, wodurch sie jene Eigenschaften zum Theil verlieren, und dann heißen sie Metallkalke. Die meisten Metalle lassen sich durchs Feuer verkalken, und heißen daher feuer-unbeständige, auch unedle Metalle. Hingegen Gold, Silber und Platina lassen sich nicht durchs

Feuer verkalken, und heißen daher feuerbeständige, auch edle Metalle.

1. Gegenwärtig kennt man folgende feuer-unbeständige Metalle: Kupfer, Eisen, Zinn, Bley, Zink, Queckſilber, Wismuth, Spießglas, Kobalt, Nickel, Braunſtein, Wolfram, Molybdän, Arſenik, Uranium, Titanium, Chromium.

Was man ſonſt unter Halbmetallen verſtand.

2. Die Verkalkung der Metalle ſieht man nach dem neuern Syſtem der Chemie als eine Verbindung des Sauerſtoffs mit den Metallen an, und nennt die daraus entſtehenden Producte metalliſche Halbſäuren (oxydes metalliques).

Auch die edeln Metalle können durch Säuren verkalkt werden.

Aus den Metallkalken kann das reguliniſche Metall wieder hergeſtellt werden.

3. Da man die Metalle bis jetzt noch nicht hat zerlegen können, ſo iſt man noch weniger im Stande, ſie zuſammen zu ſetzen. Daher iſt das Bemühen, Gold zu machen, bisher vergebens geweſen.

4. Nutzen und Schädlichkeit der Metalle.

5. Die Metalle ſind durch ihre neuerlich entdeckten elektriſchen Wirkungen für die Phyſik ſehr wichtig geworden.

186. Die Erden laſſen ſich, wie die Metalle, ſehr ſchwer im Allgemeinen charakteriſiren: ſie ſind feuerfeſt, ſchwer zu ſchmelzen, und ſchwer im Waſſer aufzulöſen. In ihrem reinen Zuſtande erſcheinen ſie als ein weißes und feines Pulver. Um ſie aber rein zu erhalten, bedarf es meiſtens chemiſcher Hülfsmittel. Ehedem zählte man fol-

gende fünf Arten: Kalkerde, Schwererde, Bittererde oder Talkerde, Alaun- oder Thonerde, Kieselerde. Neuerlich sind noch entdeckt worden: die Strontianerde, die Zirkonerde, die Ittererde, die Glucine oder Süßerde.

1. Die drey ersten der genannten Erdarten werden auch alkalische Erden genannt.

2. Die Erden machen die vorzüglichsten Bestandtheile der Steine aus, und finden sich folglich auf unserm Erdkörper in sehr großer Menge; allein sie sind bis jetzt in physikalischer Rücksicht wenig bedeutend, weil sie, so viel wir wissen, weniger Veränderungen fähig sind, und auf wenige Naturerscheinungen Einfluß haben. Vielleicht verschaffen die vom Himmel gefallenen Steine ihnen einmal eine größere Wichtigkeit.

3. v. Humboldts streitige Entdeckung, daß die reinen Erden, wenn sie angefeuchtet werden, die atmosphärische Luft zersetzen und den Sauerstoff in sich aufnehmen.

Dritter Abschnitt.

Von den Salzen.

187. Die Salze schränken sich nicht auf diejenigen Körper ein, die man im gemeinen Leben unter diesem Namen begreift, sondern machen eine ansehnliche, überall verbreitete und

wirksame Klasse von Körpern aus. Man begreift nehmlich alle diejenigen Körper darunter, die auf der Zunge einen merklichen Geschmack erregen, sich leicht im Wasser, aber nicht in Oel auflösen, und theilt sie in saure, alkalische und Mittel-Salze ein. Die meisten von ihnen lassen sich in trockener Gestalt darstellen, und nehmen dann eine regelmäßige Form an, die man ihre Krystallisation nennt.

188. Die sauren Salze oder Säuren zeichnen sich durch ihren sauren Geschmack, der bey einigen im höchsten Grade beißend ist, durch ihre Kraft, Metalle und Erden aufzulösen, durch ihre starke Verwandtschaft zu den Alkalien und durch ihre Wirkung auf die Pflanzenfarben aus. So färben sie z. B. die Lackmustinctur, die dunkelblau aussieht, roth. Sie bestehen insgesammt aus einer Verbindung des Sauerstoffs mit einem andern Stoffe, den man die Grundlage oder das Radical der Säure nennt, und der bey den verschiedenen Säuren verschieden ist. Von einigen ist die Grundlage noch unbekannt. Sie werden eingetheilt in mineralische, vegetabilische und animalische, wozu noch die Luftsäure kommt, die deßwegen eine eigene Gattung ausmacht, weil man sie nur in luftförmiger Gestalt kennt.

Die merkwürdigsten mineralischen Säuren sind Schwefelsäure (Vitriolöl), Salpetersäure (Scheidewasser), Kochsalzsäure, Flußspathsäure.

Zu den vegetabilischen gehören Essigsäure, Citronensäure, Zuckersäure u. a. m.

Zu den animalischen Phosphorsäure, Fettsäure ꝛc.

Die Luftsäure, die unter allen Säuren die schwächste ist, gehört zu den Gas- oder Luftarten, von denen weiter unten gehandelt wird.

In Zeugen, die mit Pflanzenfarben gefärbt sind, entstehen durch die Säuren leicht Flecken.

189. Die alkalischen Salze oder Laugensalze haben zwar auch einen scharfen, brennenden, aber nicht sauren Geschmack; durch ihre starke Verwandtschaft mit den Säuren verbinden sie sich leicht mit diesen, und heben dann die Wirkungen derselben auf, oder verändern sie. So wird Lackmustinctur, die durch eine Säure geröthet ist, durch ein Alkali wieder hergestellt; ein in Säuren aufgelöster Körper durch dasselbe niedergeschlagen u. s. w. Auch sie verändern manche Pflanzenfarben, z. B. machen sie den Veilchensaft grün. Mit den Oelen oder Fettigkeiten bilden sie Seife. Sie werden eingetheilt in feuerbeständige und flüchtige.

1. Feuerbeständige sind: das Gewächsalkali oder vegetabilische Laugensalz (Kali, Pottasche), und das Mineralalkali oder mineralische Laugensalz (Natron, Soda).

Beyde Arten galten sonst für einfache Körper, neuerlich aber haben Guyton und Desormes sie zersetzt: das vegetabilische Laugensalz besteht aus Kalkerde und Wasserstoff; das mineralische aus Talkerde und Wasserstoff.

2. Von der andern Klasse giebt es nur eine einzige Art — flüchtiges Alkali (Urinsalz, Ammoniak) genannt. Dieses ist zuerst von Bertholet zersetzt worden, und besteht aus Wasserstoff und Stickstoff.

3. Der Wasserstoff scheint also bey den Alkalien das zu seyn, was der Sauerstoff bey den Säuren ist.

190. Mittelsalze nennt man im Allgemeinen diejenigen Salze, die aus der Verbindung der Säuren mit andern Stoffen entstehen; insbesondre aber versteht man darunter die Verbindungen der Säuren mit den Alkalien, die man auch vollkommene Mittelsalze nennt. Dergleichen sind der Weinstein, das Küchensalz, der Salmiak. Aus der Verbindung der Säuren mit den Erden entstehen die unvollkommenen Mittelsalze oder die Neutralsalze, z. B. Flußspath, Bittersalz, Alaun. Endlich machen die Säuren mit den Metallen die metallischen Salze, z. B. Silbervitriol, Eisenvitriol, krystallisirter Grünspan.

Die Eigenschaften der Mittelsalze sind von den Eigenschaften der Körper, aus denen sie zusammengesetzt sind, ganz verschieden. Sie röthen daher weder die

Lackmustinctur, noch machen sie den Veilchensaft grün. — Viele derselben werden als Arzneyen gebraucht.

Vierter Abschnitt.

Vom Wasser.

191. Das Wasser ist einer der merkwürdigsten Körper auf unserer Erde, nicht nur wegen seiner Menge, sondern auch wegen seines großen Einflusses auf andere Körper. In seinem reinen Zustande ist es ganz hell, farbenlos und geschmacklos. Man findet es aber in der Natur nie ganz rein, sondern selbst das, was man im gemeinen Leben reines Wasser nennt, ist noch mit fremdartigen Theilen vermischt; auch Schnee und Regenwasser enthalten dergleichen. Ein reines Wasser muß man sich daher erst durch Destillation bereiten.

192. Man hat das Wasser lange Zeit für einen einfachen Körper gehalten, und es ist auch bis jetzt unmöglich gewesen, es in verschiedene Stoffe, die sich besonders darstellen ließen, zu zerlegen. Der neuern Chemie zufolge aber besteht es aus zwey der oben genannten hypothetischen Stoffe, dem Sauerstoff und Wasser-

stoff, die es, in dem Verhältniß von 85 : 15 mit einander vermischt, hervorbringen. Diese Behauptung, die einen der vornehmsten Lehrsätze der neuern Chemie ausmacht, läßt sich durch mancherley Versuche wahrscheinlich machen, ist aber doch noch nicht außer allem Zweifel gesetzt.

Einige dieser Versuche sind folgende:

1. Wenn Wasserdämpfe durch eine glühende gläserne Röhre, die mit eisernen Nägeln, Drath oder dergleichen gefüllt ist, geleitet werden, so erscheint auf der andern Seite Wasserstoffgas und das Eisen ist verkalkt. Die Gewichtszunahme des Eisens aber und das Gewicht des Wasserstoffgases ist dem Gewicht der durchgeleiteten Dämpfe gleich.

2. Wird in die gläserne Röhre anstatt des Eisens Kohlenpulver gethan, so erhält man Wasserstoffgas und Luftsäure.

3. Durch den elektrischen Funken läßt sich Wasser in Sauerstoffgas und Wasserstoffgas verwandeln — Amsterdammer Versuch. — Vermittelst der Voltaischen Säule läßt sich dieser Versuch bequem anstellen.

4. Sauerstoffgas und Wasserstoffgas zusammen vermischt und angezündet geben Wasser. Dieser Versuch erfordert viele Vorsicht.

193. Das Wasser ist ein Auflösungsmittel sehr vieler Stoffe, und dadurch ein Beförderungsmittel sehr vieler Veränderungen in der Natur. Gemeine Luft findet sich beständig darin, und wenn es Luftsäure, zu der es, wie zu allen

Salzen, eine starke Verwandtschaft hat, in etwas beträchtlicher Menge in sich aufgenommen hat, wird es selbst eine schwache Säure, und erlangt dadurch die Kraft, selbst Erden und Metalle aufzulösen. Man nennt es im gemeinen Leben nach Beschaffenheit der Stoffe, die es aufgelöst enthält, weiches oder hartes oder mineralisches Wasser.

Durchs Kochen wird die Luft und Luftsäure aus dem Wasser getrieben, alsdann schlägt sich die aufgelöste Erde nieder, und hängt sich als Tuffstein an die Gefäße.

194. Auf der andern Seite wird auch das Wasser von vielen andern Körpern aufgenommen. Schon durch Adhäsion kann es sich mit den meisten festen Körpern äußerlich verbinden und in ihre Zwischenräume eindringen. Ferner ist es zur Zusammensetzung mancher Körper nothwendig, z. B. zur Krystallisation der Salze. Ingleichen findet es sich in vielen vegetabilischen und animalischen Stoffen. In der Luft ist es stets in großer Menge vorhanden; ob es aber von ihr aufgelöst, oder ob es selbst in Luft verwandelt wird, ist noch zweifelhaft.

In die Luft erhebt sich das Wasser durch die Ausdünstung, deren Untersuchung in die Meteorologie gehört.

Eben dahin gehört auch die Betrachtung von der Feuchtigkeit der Luft und den Mitteln, sie zu bestimmen, oder die Hygrometrie.

195. Durch die Wärme wird das Wasser in Dünste und Dämpfe verwandelt, und hierdurch wiederum neuer Verbindungen und Veränderungen fähig. Die erstern zeigen sich, wenn sie in einiger Menge vorhanden sind, als ein Nebel, und bestehen, nach Saussüre's Beobachtung, aus feinen Bläschen. Die letztern bilden eine luftförmige, das heißt, ganz durchsichtige und eben deßwegen unsichtbare, elastische Flüssigkeit. Die Stärke ihrer Elastizität hängt von dem Grad der Wärme ab. Durch Erkältung werden sowohl die Dämpfe als die Dünste wieder in Wasser verwandelt.

Die Verwandlungen durch Erwärmung und Erkältung hat das Wasser mit andern Flüssigkeiten gemein, und daher ist weiter unten (318 ff.) bey den Wirkungen der Wärme noch einmal davon die Rede.

196. Bey einem gewissen Grade von Erkältung, der als beständig oder unveränderlich anzusehen ist, verwandelt sich das Wasser in einen festen Körper — in Eis, das sich, auf eine ähnliche Art wie die Salze, durch Krystallisation bildet. Es ist spezifisch leichter als das Wasser, wovon der Grund nicht blos in den Luftblasen

des Eises, sondern vielmehr in der zu seiner Krystallisation nöthigen Lage seiner Theile zu suchen ist. Das Wasser dehnt sich also beym Gefrieren aus, und dieß geschieht selbst schon, indem es sich dem Gefrierpunkt nähert. Die Kraft, mit der es sich ausdehnt, ist stark genug, um Bäume und Steine aus einander zu treiben, und selbst Bomben zu zersprengen.

1. Daher ist der Frost den Pflanzen so nachtheilig, wenn erst der Saft in sie hineingetreten ist. Das Erdreich wird durchs Gefrieren locker.

2. Merkwürdig ist die Beobachtung von Blagden, daß Wasser unter den Gefrierpunkt erkältet werden kann, ohne zu gefrieren; daß es aber in dem Augenblick des Gefrierens auf den gewöhnlichen Gefrierpunkt zurückkehrt.

197. Salziges Wasser gefriert nicht so leicht, als süßes; und wenn es geschieht, so vereinigen sich die süßen Wassertheilchen zuerst, und die salzigen ziehen sich in den ungefrornen Theil des Wassers zurück, wenn sie von diesem aufgenommen werden können. Es kann daher geschehen, daß das Eis von salzigem Wasser süß ist; wenn nehmlich das Wasser in so großer Menge vorhanden ist, daß nur ein Theil desselben gefriert, und der ungefrorne nicht schon vorher bis zur Sättigung gesalzen war.

1. Daher ist das Eis in der See süß.

2. Etwas ähnliches geschieht beym Gefrieren des Weins, des Biers und anderer geistigen Getränke: die wässerigen Theile gefrieren und die geistigen concentriren sich.

198. Obgleich die Wasserdämpfe einen hohen Grad von Elastizität erlangen können, und selbst das Eis eine merkliche Elastizität besitzt, so ist es doch lange zweifelhaft gewesen, ob auch das Wasser selbst elastisch sey. Alle Mittel, die man ehedem versucht hat, um es zusammen zu drücken, waren fruchtlos. Neuerlich aber hat man wirklich eine geringe Zusammenpressung zuwege gebracht; jedoch nur durch Anwendung einer grossen Gewalt; so daß auch hieraus erhellet, daß seine Elastizität für unbedeutend zu achten sey.

1. Daher zerspringen Gefäße so leicht, wenn sie voll Wasser sind und zugestopft werden.

2. Auch von sogenanntem weichen Wasser sind die Theile hart, und schlagen im Wasserhammer wie Stein gegen das Glas.

Fünfter Abschnitt.

Von den Luftarten.

199. Die Eigenschaften der luftförmigen Stoffe, als elastischer Flüssigkeiten, sind schon

oben betrachtet worden; hier ist also nur von den besondern Eigenschaften einer jeden Art derselben die Rede.

Bey vielen chemischen Prozessen, die theils durch die Natur selbst hervorgebracht, theils künstlich veranstaltet werden, entwickelt sich Luft oder eine luftförmige Flüssigkeit, die aber weder mit unserer atmosphärischen Luft, noch unter sich immer einerley ist. Ehedem hat man auf diese unsichtbaren Stoffe wenig geachtet; man kannte daher auch nicht ihre Verschiedenheit, und nannte sie blos mit einem allgemeinen Namen den wilden Geist (spiritus silvestris) oder fixe Luft, oder Gas. Seit der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts aber hat man sie genauer untersucht, und dadurch hat sowohl die Physik als die Chemie außerordentlich gewonnen.

Ein vorzügliches Verdienst um unsere Kenntniß der Luftarten hat sich Priestley erworben.

200. Zur Bereitung der Luftarten gehört der pneumatische Apparat. Dieser besteht theils in Gefäßen, in welche die Ingredienzien, aus denen die Luft entwickelt wird, hineingethan werden; theils in Gefäßen, in welchen die entwickelte Luft aufgefangen wird; und überdieß in verschiedenen Röhren und Wannen, um die Luft

fortzuleiten, und aus einem Gefäß in ein anderes zu füllen. Einige Luftarten werden vermittelst der Säuren, andere vermittelst des Feuers entwickelt; einige lassen sich über Wasser, andere nur über Queckſilber auffangen. Hiernach ist der pneumatiſche Apparat verſchiedentlich eingerichtet.

201. Die Luftarten ſelbſt werden gemeiniglich in ſolche, die dem thieriſchen Leben zuträglich, oder die athembar ſind; und in ſolche, die ihm ſchädlich, oder die nicht athembar ſind, eingetheilt. Die letztern heißen mit einem allgemeinen Namen mephitiſche Luftarten (von der alten Göttinn Mephitis benannt). Eigentlich aber giebt es nur eine einzige athembare Luftart, das Sauerſtoffgas; und andere ſind es nur in ſo fern, als ſie mit dieſer, oder ihrer Grundlage, in gewiſſem Grade vermiſcht ſind.

Die Luftarten, die zum Athmen geſchickt ſind, taugen auch zur Unterhaltung des Feuers, und diejenigen, in denen ein Feuer erliſcht, ſind zum Athmen unfähig. Umgekehrt aber iſt der Schluß nicht ganz ſicher, daß eine Luftart, in der ein Feuer brennt, auch zum Athmen tauglich wäre.

1. Sauerſtoffgas.

202. Dieſe Luftart führt auch die Namen: Sauerſtoffluft, Lebensluft, Feuerluft, reine Luft, dephlogiſtiſirte Luft.

Sie wird von der Natur selbst in Menge erzeugt, denn sie macht einen Hauptbestandtheil unserer Atmosphäre aus, und vermindert sich im Ganzen nicht merklich, ob sie gleich vielen partiellen Zerstörungen ausgesetzt ist. Sie entwickelt sich aus den Pflanzen im Sonnenlicht; sehr wahrscheinlich aber wird sie noch öfterer durch Zersetzung des Wassers erzeugt. Es giebt auch verschiedene Methoden, sie künstlich zu bereiten: man gewinnt sie aus dem Salpeter, aus dem Braunstein, aus dem Queckfilberkalk und andern Metallkalken, aus den Säuren.

Ihre Haupteigenschaft ist, daß sie alle Verbrennungsprozesse in vorzüglichem Grade befördert; viele Körper, die in der atmosphärischen Luft nur glühen, brennen in ihr mit einer Flamme, und die in der atmosphärischen Luft mit einer Flamme brennen, zeigen in ihr eine ungleich stärkere und lebhaftere Flamme. Besonders glänzend ist die Verbrennung des Phosphors und Kamphers in ihr. Man kann durch sie eine Hitze hervorbringen, die selbst den Diamant verflüchtigt. Metalle lassen sich in ihr verkalken, und eine Stahlfeder mit sprühenden Funken verbrennen. In einer bestimmten Quantität derselben kann eine Flamme 7 bis 8 mal länger dauern, und ein Thier 7 bis 8 mal länger athmen, als in gemeiner Luft. Das Einathmen derselben ist

mit einer behaglichen Empfindung verbunden, und thut, in gewissem Maße wenigstens, offenbar dem Körper wohl. Wenn sie ganz rein ist, so kann sie durch Verbrennung einer hinlänglichen Menge von Phosphor gänzlich zersetzt werden.

Den Grundsätzen der neuern Chemie zufolge macht der Sauerstoff ihre wägbare Grundlage aus, und mit ihm ist der imponderable Wärmestoff (calorique) verbunden.

2. Stickgas,

203. auch Stickstoffluft, Salpeterstoffgas, Lichtstoffluft, sonst phlogistisirte oder phlogistische Luft genannt.

Es macht den größten Theil der atmosphärischen Luft aus, und muß wahrscheinlich in der Natur in Menge erzeugt werden; allein auf welchem Wege, ist unbekannt. Nach Priestley entwickelt es sich im Sonnenschein aus den Früchten, und im Schatten aus den Blättern. Gemeiniglich verschafft man es sich dadurch, daß man der atmosphärischen Luft ihren Antheil von Sauerstoffgas und Luftsäure entzieht, und dieß kann auf verschiedene Weise geschehen: durch Verbrennen von Phosphor oder andern entzündlichen Stoffen und durch Waschen mit Kalkwasser; durch Verkalkung von Metallen u. dergl.; oder

wenn man Wasserdämpfe durch ein glühendes Pfeifenrohr streichen läßt. Um sie unmittelbar zu bereiten, bedient man sich des ätzenden flüchtigen Alkali's und der dephlogistisirten Salzsäure.

Von seinen Eigenschaften ist noch wenig positives bekannt. Thiere sterben und Lichter verlöschen in ihm; dem Wachsthum der Pflanzen ist es nachtheilig. — Mit Sauerstoffgas in gewissem Verhältniß gemischt giebt es durch den elektrischen Funken Salpetersäure.

Seine Bestandtheile sind der Stickstoff und der Wärmestoff.

3. Atmosphärisches Gas,

204. unsere gemeine Luft — macht keine eigenthümliche Luftart aus, sondern ist aus den beyden vorhergehenden Arten, dem Sauerstoffgas und Stickgas, zusammengesetzt, und zwar in der Nähe der Erdoberfläche ungefähr in dem Verhältniß von 1 : 3. Man kennt daher kein Mittel, sie auf eine künstliche Art, wie andere Luftarten, unmittelbar zu bereiten, sondern man muß sie durch Mischung der beyden genannten Arten hervorbringen. Durch Feuer und durchs Athmen wird der in ihr befindliche Antheil von Sauerstoffgas zersetzt, und es bleibt nur das Stickgas zurück. Daher die Verminderung, die in

einer gewissen Quantität derselben entsteht, wenn man ein Thier darin einsperrt, oder etwas darin verbrennt. Nach einigen gehört auch $\frac{1}{100}$ Luftsäure zu ihren Bestandtheilen; wenigstens enthalten die untern Gegenden der Atmosphäre immer etwas von dieser Gasart.

v. Humboldts Anthracometer.

4. Luftsäure,

205. heißt auch fixe Luft, kohlensaures Gas, Kohlensäure, luftsaures Gas.

Dieses Gas wird ebenfalls von der Natur in Menge erzeugt, da es sich stets in der Atmosphäre findet. In manchen Gegenden wird es besonders häufig entwickelt, z. B. in der berühmten Hundsgrotte in Italien; ingleichen in manchen Bergwerken, wo es unter dem Namen der bösen Wetter bekannt ist. In den mineralischen Wassern ist es viel enthalten, und es schwebt daher bis auf eine gewisse Höhe über den mineralischen Quellen. Es entsteht bey der Gährung vieler Körper, besonders des Biers, des Weins. — Durch Aufguß einer Säure auf Kreide oder Kalk kann man es leicht und in reichem Maße erhalten.

Es ist um vieles spezifisch schwerer, als die gemeine Luft, und läßt sich daher füglich aus

einem Gefäß in ein anderes gießen. Ein Licht geht sogleich darin aus. Kalkwasser wird anfangs dadurch getrübt, aber durch einen stärkern Zusatz wieder hell gemacht. Lackmustinctur wird geröthet; Wasser erhält einen säuerlichen Geschmack; Fleisch läßt sich länger als in gemeiner Luft darin aufbewahren.

Die Grundlage dieser Luftart ist Kohlenstoff und Sauerstoff in dem Verhältniß von 28 : 72.

1. Um Wasser mit Luftsäure zu schwängern, und ein mineralisches Wasser künstlich zu bereiten, dient unter andern die Parkersche Maschine.

2. Da sich diese Luftart häufig in lange verschlossenen Kellern, in Gruben u. dergl. findet, so darf man solche Orte nicht anders als mit Vorsicht besuchen. — Mittel, wodurch Personen, die in dieser Luftart erstickt sind, zum Leben zurückgebracht werden können.

3. Man hat aus dieser Luftart durch eine besondere Behandlung eine neue Luftart unter dem Namen gasförmiges Kohlenstoffoxyd (Gas acide carbonneux) bereiten wollen; allein nach andern ist dieß keine besondere Luftart, sondern ein Kohlen-Wasserstoffgas, das nur eine sehr geringe Menge von Kohlenstoff enthält. (Annalen der Phys. VIII. IX. u. XI. Bd.)

5. Wasserstoffgas,

206. inflammable oder brennbare Luft.

Es findet sich auch häufig in der Natur, doch vielleicht selten rein; z. B. in Sümpfen,

wo es den besondern Namen Sumpfluft führt; in manchen Quellen; in verschiedenen Bergwerken, wo man es feurige Schwaden nennt. Es entsteht auch bey der Fäulniß vieler Körper. Durch Kunst kann man es auf mancherley Weise bereiten, am leichtesten durch Aufguß von verdünnter Vitriolsäure auf Eisenfeilspähne oder ein anderes Metall; ingleichen wenn man Wasserdämpfe durch einen glühenden Flintenlauf gehen läßt.

In seinem reinen Zustande ist es sehr viel leichter, als gemeine Luft, und steigt daher schnell in ihr in die Höhe. Deßwegen hat man es zu Aerostaten gebraucht. Gemeiniglich hat es einen übeln Geruch. Es läßt sich beym Zutritt atmosphärischer Luft leicht entzünden, ist aber selbst unfähig, ein Feuer zu unterhalten. Mit Sauerstoffgas gemischt giebt es eine Knallluft. Bey der Verbrennung beyder Luftarten entsteht Wasser. — (Gasometer) — Merkwürdig sind die Töne, die entstehen, wenn man Wasserstoffgas aus einem Gefäß mit einer engen Oeffnung hervorströmen läßt, es dann anzündet, und einen gläsernen oben verschlossenen Cylinder darüber hält — (chemische Harmonika).

Seine Bestandtheile sind Wasserstoff und Wärmestoff.

Der erste, der einen Luftballon mit brennbarer Luft zu Stande brachte, und darin in die Höhe stieg, war der Prof. Charles zu Paris. Er machte die Fahrt in Gesellschaft des Hrn. Robert den 1sten Dez. 1783.

207. Enthält das Wasserstoffgas noch Phosphor aufgelöst, so entsteht Phosphorluft oder gephosphortes Wasserstoffgas, das die Eigenschaft hat, sich an der Luft von selbst zu entzünden. — Von ihm rühren wahrscheinlich die Irrlichter her.

Wasserstoffgas mit Kohlenstoff verbunden giebt das gekohlte Wasserstoffgas, oder die schwere inflammable Luft, Sumpfluft.

Wasserstoffgas mit Schwefel vereinigt macht das geschwefelte Wasserstoffgas, oder die hepatische Luft, Schwefelleberluft. Es riecht wie faule Eyer, und läßt sich beym Zutritt der freyen Luft entzünden. Man findet es in den sogenannten Schwefelbädern.

Nach Gimbernat's Behauptung ist das Gas in den Aachner Bädern nicht geschwefeltes Wasserstoffgas, sondern geschwefeltes Stickgas (azôte sulfuré). Journ. de Phys. an XI. Nivose. pag. 87.

6. Salpetergas.

208. Salpeterluft, nitröses Gas.

Es kann nur auf eine künstliche Weise erhalten werden, und zwar indem man verdünnte

Salpetersäure auf Metalle oder andere brennbare Körper gießt.

Man darf es nicht als eine gasförmige Säure ansehen, denn, gehörig behandelt, zeigt es keine Spur von Säure; sobald es aber mit atmosphärischer oder dephlogistisirter Luft in Berührung kommt, geht sogleich eine Zersetzung vor sich, und es entstehen orangenfarbene Dämpfe, die eine wahre Salpetersäure sind. Durch die Zersetzung wird sowohl das Salpetergas, als das Sauerstoffgas zerstört, und es bleibt, wenn man atmosphärische Luft anwandte, nur das Stickgas unzersetzt übrig. Daher dient das Salpetergas zur Prüfung des Gehalts an Sauerstoffgas in der atmosphärischen oder einer andern Luftart. — Eudiometrie. Fontana's Eudiometer.

Die Grundlage des Salpetergases ist, nach Lavoisier, Stickstoff und Sauerstoff in dem Verhältniß von 32 : 68.

1. Nach Lavoisier gehören 1,725 = m Theile Salpetergas dazu, um 1 Theil Sauerstoffgas zu absorbiren. Hat man daher im Fontanaischen Eudiometer n Maße atmosphärischer Luft und p Maße Salpetergas angewandt, und das Residuum sind c Maße, so ist die Quantität des zersetzten Sauerstoffgases $y = \frac{n + p - c}{m + 1}$; und die Quantität des zersetzten Salpetergases $x = \frac{n + p - c}{m + 1} \cdot m$.

2. Andere Arten von Eudiometern durch Phosphor, Weingeist, Schwefelleber.

209. Wenn man das eben beschriebene Salpetergas über angefeuchteter Eisenfeile stehen läßt, so verändert es seine Natur und nähert sich in seinen Eigenschaften dem Sauerstoffgas: es vermehrt die Flamme brennender Stoffe, und hat auf den menschlichen Körper, wenn es eingeathmet wird, die angenehmsten und heilsamsten Wirkungen. Erhält man es aber nicht ganz rein, so ist es erstickend, obgleich ein Licht mit vermehrtem Glanze darin brennt. Man hat diesem Gas die Namen oxydirtes Stickgas, dephlogistisirtes Salpetergas, auch gasförmige azotische Halbsäure gegeben.

210. Außer den genannten Gasarten, die vorzugsweise diesen Namen zu verdienen scheinen, kennt man noch verschiedene gasförmige Flüssigkeiten, die man durch eine gewisse Behandlung einiger Salze gewinnt, und die nichts anders als eben diese Salze in gasförmiger Gestalt zu seyn scheinen, indem sie in ihren Eigenschaften mit den Salzen, aus denen sie entstanden sind, übereinkommen. Dahin gehört das salzsaure Gas; (eine besondere Art desselben, das oxygenirte salzsaure Gas, ist durch den Gebrauch, den man zum Bleichen davon macht,

merkwürdig;) — ferner das vitriolsaure Gas; das flußspathsaure Gas; das phosphorichtsaure Gas; das Ammoniakgas.

Es ist hier eine wichtige Frage, wodurch die Salze in den luftförmigen Zustand gebracht werden; der bloße Wärmestoff scheint es nicht zu seyn; wenigstens läßt sich Wasser nicht durch bloße Erhitzung in Gas verwandeln.

Sechster Abschnitt.

Vom Lichte.

211. Nichts ist bekannter, nichts gemeiner, als das, was man Licht nennt — die Ursache der Helligkeit; aber nichts ist, seinem Wesen nach, bis jetzt weniger bekannt, und unbegreiflicher, als eben dieses Licht. Man hat indessen über die Erscheinungen, die es liefert, eine Menge Erfahrungen gesammelt und geordnet, und mit Hülfe der Mathematik Anwendungen davon gemacht, die zu den nützlichsten Erfindungen geführt haben.

Das Wort Licht wird auch oft statt Helligkeit gebraucht, um die Wirkung des Lichts zu bezeichnen.

212. Das Licht existirt nicht für sich allein, sondern es verbreitet sich von gewissen Körpern, die deßwegen leuchtende Körper heißen. Ihnen entgegengesetzt sind die dunkeln Körper, die nur dann erst Licht verbreiten, wenn es ihnen von einem leuchtenden Körper mitgetheilt wird. Man kann daher ursprüngliches und mitgetheiltes Licht unterscheiden.

1. Auf unsrer Erde findet sich das Licht häufig in Verbindung mit der Wärme, deßwegen aber rühren nicht beyde von einerley Ursache her.

2. Es giebt Körper, welche leuchten, wenn sie eine Zeitlang dem Licht ausgesetzt gewesen sind — (halbleuchtende).

213. Was sich von den leuchtenden Körpern als Licht verbreitet, oder worin das Licht bestehe, ist ungewiß. Man hat darüber zweyerley Meynungen: nach der einen besteht das Licht in Schwingungen irgend eines feinen Zwischenmittels — des Aethers, (Vibrations-System); nach der andern besteht es in einer feinen von den Körpern ausströmenden Materie, (Emanations- oder Emissions-System).

214. Was auch das Licht sey, so verbreitet es sich von dem leuchtenden Körper nach allen Seiten, und in gerader Linie. Denkt man sich daher den leuchtenden Körper als einen

Punkt, so kann man ihn als den Mittelpunkt einer Kugel und das Licht als die Halbmesser derselben betrachten. Hieraus ist der Begriff von Lichtstrahlen (radii), ingleichen von einer Strahlenkugel entstanden. Fängt man einen Theil der Lichtstrahlen, die von einem leuchtenden Körper ausgehen, mit einer Ebene auf, so erhält man eine Strahlenpyramide oder einen Strahlenkegel.

Hieraus folgt, daß die Helligkeit, die ein leuchtender Körper hervorbringt, in eben dem Maße abnimmt, als das Quadrat der Entfernung von ihm zunimmt. — Anwendung hiervon auf die Erleuchtung der Planeten.

215. Die Fortpflanzung des Lichts geschieht mit einer so großen Schnelligkeit, daß sie für jede Entfernung auf der Erde als augenblicklich anzusehen ist. Erscheinungen am Himmel aber haben gelehrt, daß sie wirklich successive geschieht, nur so schnell, daß sie in einer Secunde ungefähr 40000 Meilen beträgt. Zuerst hat diese Entdeckung ein Däne, Namens Römer, um das Jahr 1675 gemacht; nach ihm ist sie durch Bradley und andere Astronomen bestätigt worden.

Von der Sonne bis auf die Erde zu kommen, braucht das Licht eine Zeit von ungefähr acht Minuten.

216. Da das Licht, seiner außerordentlichen Geschwindigkeit ungeachtet, doch keinen fühlbaren Stoß auf unsern Körper ausübt, so muß seine Masse, wenn es auch materiell ist, unendlich gering seyn. Dasselbe erhellet auch daraus, daß man durch eine noch so kleine Oeffnung doch eine Menge von Gegenständen auf einmal übersehen kann, und folglich die Lichtstrahlen von allen Punkten derselben zugleich durch die Oeffnung gehen.

v. Segners Hypothese, die Feinheit der Lichtstrahlen zu erklären.

217. Die Feinheit der Lichtstrahlen macht es begreiflich, daß das Licht selbst durch Körper dringen kann, die dem Ansehen nach sehr dicht sind, z. B. Glas. Alle Körper, die das Licht durch sich hindurchlassen, heißen durchsichtige Körper. Ihnen entgegengesetzt sind die undurchsichtigen. Diese Eigenschaft aber hängt nicht von der größern oder geringern Dichtigkeit der Körper ab. Auch ist kein Körper so vollkommen durchsichtig, daß alles Licht ungehindert durch ihn durchgehen sollte.

218. Wird das Licht durch einen undurchsichtigen Körper aufgefangen, so entsteht hinter demselben der Schatten. Dieser erstreckt sich

entweder in immer gleicher Dicke ins Unendliche fort, oder er nimmt zu oder ab, je nachdem der undurchsichtige Körper eben so groß, größer oder kleiner als der leuchtende ist. Ist der leuchtende Körper kein bloßer Punkt, so entsteht neben dem eigentlichen Schatten oder Kern-Schatten noch der Halbschatten.

219. Durch das Licht sehen wir die Gegenstände, von denen es herkommt; das Licht selbst kann nicht gesehen werden. Die Veränderung, die dabey im Auge vor sich geht, kann erst weiter unten erklärt werden. Derselbe Gegenstand aber wird nicht immer auf einerley Weise, sondern nach unserm verschiedenen Standpunkt gegen denselben verschieden dargestellt.

220. Der Eindruck der Lichtstrahlen, die von einem Gegenstande herkommen, wird zwar in unserm Auge gemacht; gleichwohl setzen wir den Gegenstand selbst außer uns. Wir glauben ihn an der Stelle zu sehen, wo die Lichtstrahlen, die von einem Punkte desselben ausgehen, in einen Punkt zusammen zu laufen scheinen. Doch sind wir uns dessen nicht deutlich bewußt, da wir die Lichtstrahlen nicht sehen können, sondern es ist eine bloße Folge der Gewöhnung und Uebung.

221. Ferner sehen wir, daß ein Gegenstand desto größer erscheint, je näher er uns ist; und

desto kleiner, je weiter wir uns von ihm entfernen. Eben so ist ein mathematischer Winkel desto größer, je näher die Linie, nach deren Endpunkten seine Schenkel gehen, bey der Spitze liegt; und er wird desto kleiner, je weiter sich diese Linie von der Spitze entfernt. Man kann sich daher bey einem jeden Gegenstande ein Paar gerade Linien denken, die von den äußersten Enden desselben nach dem Auge gehen; der Winkel, den diese mit einander einschließen, heißt der Sehwinkel, und von ihm hängt die scheinbare Größe eines Gegenstandes ab.

Wie weit muß ein Gegenstand von uns entfernt seyn, um uns unter dem Winkel von 1°, oder von 1′, oder von 1″ zu erscheinen?

Dunkle Körper werden unkenntlich, wenn der Sehwinkel, unter dem sie erscheinen, kleiner als eine Minute ist.

222. Um von der scheinbaren Größe eines Gegenstandes auf seine wirkliche schließen zu können, muß man zugleich die Entfernung desselben vom Auge wissen. Diese läßt sich eigentlich nicht sehen; doch kann man durch öftere Uebung eine Fertigkeit erlangen, auch vermittelst des Gesichts die Entfernung der Gegenstände zu erkennen — Augenmaß. Allein es können leicht Täuschungen dabey statt finden, und da-

durch unser Urtheil über die Größe des Gegenstandes irre geleitet werden.

223. Gewöhnlicher Weise richten wir die Augenachsen auf den Gegenstand, den wir sehen. Man kann daher aus dem Winkel, den die Augenachsen mit einander machen, auf die Entfernung des Gegenstandes schließen. Freylich wird dieser Schluß desto unsicherer, je kleiner der Winkel ist; denn alsdann kann eine kleine Differenz in dem Winkel einen großen Unterschied in der Entfernung machen.

Personen, die nicht beyde Augenachsen auf den Gegenstand richten, den sie ansehen, schielen.

224. Erfahrung und Gewohnheit haben einen sehr großen Einfluß auf unsere Vorstellung von den Gegenständen des Gesichts. Diese können machen, daß uns ein Gegenstand anders erscheint, als er seiner wirklichen Beschaffenheit nach, oder nach Verhältniß der Größe des Sehwinkels erscheinen sollte. So können uns in einem Gemälde Gegenstände erhaben, nah oder fern zu seyn scheinen, die flach sind, und in einer Ebene liegen. Ingleichen kann ein kleiner Gegenstand uns groß, und ein großer klein zu seyn scheinen.

Hieraus entstehen die optischen Täuschungen — Gesichtsbetrüge.

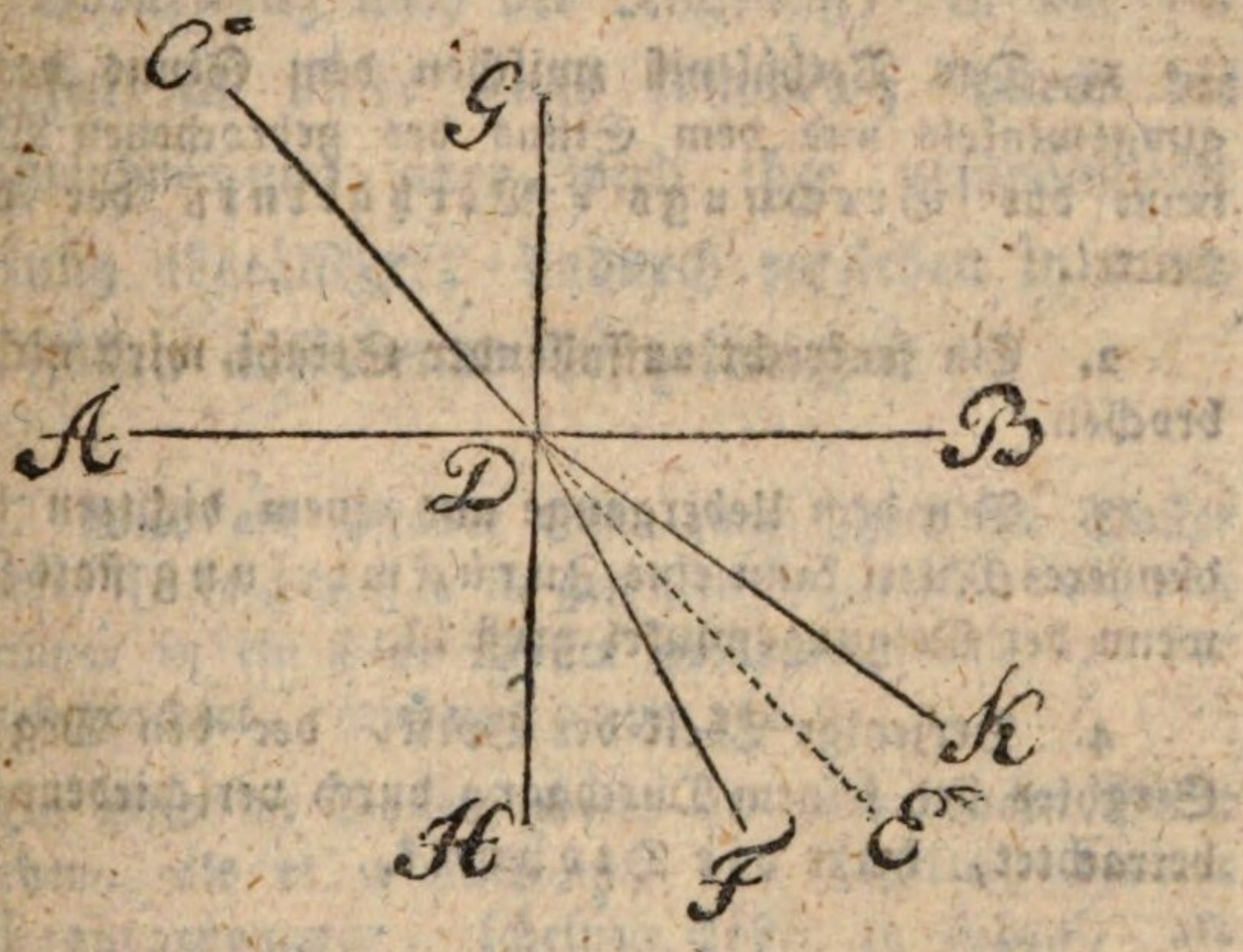
225. Es ist auch nicht nothwendig, daß sich jedesmal an der Stelle, wo wir einen Gegenstand zu sehen glauben, der Gegenstand wirklich befinde; es ist genug, wenn nur die Strahlen so in unser Auge kommen, als ob der Gegenstand dort wäre. Wie dieß möglich ist, wird aus dem Folgenden erhellen. Uebrigens entspringen hieraus die optischen Erscheinungen, die sehr häufig und von sehr verschiedener Art sind.

Die optischen Erscheinungen sind auch eine Art optischer Täuschung, indem sie uns einen Gegenstand vorspiegeln, der nicht wirklich vorhanden ist. Der Grund der Täuschung aber ist hier objectiv, da die Strahlen so in unser Auge kommen, als ob sie von einem wirklichen Gegenstande herrührten. Bey der andern Art optischer Täuschungen, den eigentlich so genannten, ist der Grund subjectiv, oder liegt in unserm Gemüth, indem wir bey gewissen Eindrücken des Lichts, die unter sehr verschiedenen Umständen doch einerley seyn können, gerade diejenige Vorstellung auffassen, die mit unsern anderweitigen Erfahrungen am meisten übereinkommt.

226. Es giebt eine besondre Kunst, welche Gegenstände auf einer einzigen Fläche so darstellen lehrt, als ob sie sich in verschiedenen Flächen befänden — sie heißt die Perspectiv.

227. Wenn ein Lichtstrahl aus einem Mittel in ein anderes von verschiedener Dichtigkeit unter einem schiefen Winkel übergeht, so ändert sich seine Richtung, und diese Aenderung heißt eine Brechung.

Fig. 21.



Nimmt man an, es sey AB (Fig. 21.) die brechende Ebene, und CD der einfallende Strahl, so geht derselbe nicht in der geraden Linie DE fort, sondern entweder nach F oder nach G, je nachdem das Mittel unter AB dichter oder dünner, als über AB ist. Das Perpendikel GH auf die Ebene AB, an der Stelle, wo der Strahl CD auffällt, heißt das Einfallsloth oder Neigungsloth; der Winkel GDC, den das Nei-

gungsloth mit dem einfallenden Strahl macht, heißt der Neigungswinkel; der Winkel HDF oder HDK heißt der gebrochene Winkel; und der Winkel EDF oder EDK der Brechungs-Winkel. Der einfallende und gebrochene Strahl liegen in einer Ebene mit dem Neigungsloth.

1. Das Verhältniß zwischen dem Sinus des Neigungswinkels und dem Sinus des gebrochenen Winkels heißt das Brechungs-Verhältniß der beyden Mittel.

2. Ein senkrecht auffallender Strahl wird nicht gebrochen.

3. Bey dem Uebergange aus einem dichtern in ein dünneres Mittel kann eine Zurückwerfung statt finden, wenn der Neigungswinkel groß ist.

4. Derjenige Theil der Optik, der den Weg eines Strahles bey seinem Durchgang durch verschiedene Mittel betrachtet, heißt die Dioptrik.

228. Es läßt sich kein allgemeines Gesetz für die Stärke der Brechung bey verschiedenen Mitteln angeben. Die Dichtigkeit der Materien hat allerdings einen Einfluß darauf, sie bestimmt sie aber nicht allein. Brennbare Stoffe brechen das Licht stärker, als es ihre Dichtigkeit erfordert.

229. Da unser ganzer Erdkörper auf allen Seiten von einem brechenden Mittel, der Luft, umflossen ist, und überdieß ein anderes brechens-

des Mittel, das Wasser, sich so häufig bey uns findet, so erfahren wir die Wirkungen der Strahlenbrechung sehr häufig. Sie macht, daß wir viele Gegenstände an einem andern Orte zu sehen glauben, als da, wo sie sich wirklich befinden; denn wir setzen einen Gegenstand in unserer Vorstellung nach der Richtung, in der die Strahlen in unser Auge kommen; durch die Strahlenbrechung aber wird ihre ursprüngliche Richtung abgeändert; dadurch entstehen in manchen Fällen auffallende Erscheinungen.

1. Wird ein gerader Stab zum Theil ins Wasser getaucht, so erscheint er in gewissen Lagen gebrochen; ein Finger in ein Glas Wasser getaucht, und von der Seite betrachtet, erscheint doppelt.

Ein Fisch im Wasser scheint an einer höhern Stelle zu stehen, als er wirklich ist; alle Gestirne, die im Zenith ausgenommen, scheinen höher zu stehen, als sie sind. Beym Aufgang der Sonne sehen wir die ersten Strahlen schon, wenn die Sonne selbst noch unter dem Horizonte ist.

2. In so fern die Strahlenbrechung in der Luft Gegenstände auf der Erde betrifft, heißt sie die irdische Strahlenbrechung (refractio terrestris); betrifft sie die Himmelskörper, so heißt sie die astronomische Strahlenbrechung.

3. Eine besondere Art von Brechung zeigt der isländische Krystall.

230. Der Weg, den die Lichtstrahlen durch die Luft nehmen, ist eigentlich eine krumme Linie,

weil die Dichtigkeit der Luft in verschiedenen Höhen verschieden ist. Die Luft selbst aber ändert oft ihre Dichtigkeit, und mit ihr zugleich ihre brechende Kraft; folglich ändert sich auch die Größe der Strahlenbrechung. Wird die Luft in der Nähe der Erde dichter als gewöhnlich, so können Gegenstände, die sonst unter dem Horizonte eines Ortes liegen, über demselben erhoben scheinen.

1. Die Veränderlichkeit der Strahlenbrechung erschwert manche Arten astronomischer Beobachtungen und terrestrischer Messungen ausnehmend. In der Nähe des Horizonts ist sie am größten.

2. Durch die verstärkte Strahlenbrechung am Horizont erscheinen entfernte Berge, Küsten, Inseln bisweilen höher und näher als gewöhnlich. Man nennt diese Erscheinung eine Erhebung, und hält sie häufig für einen Vorboten von Regen.

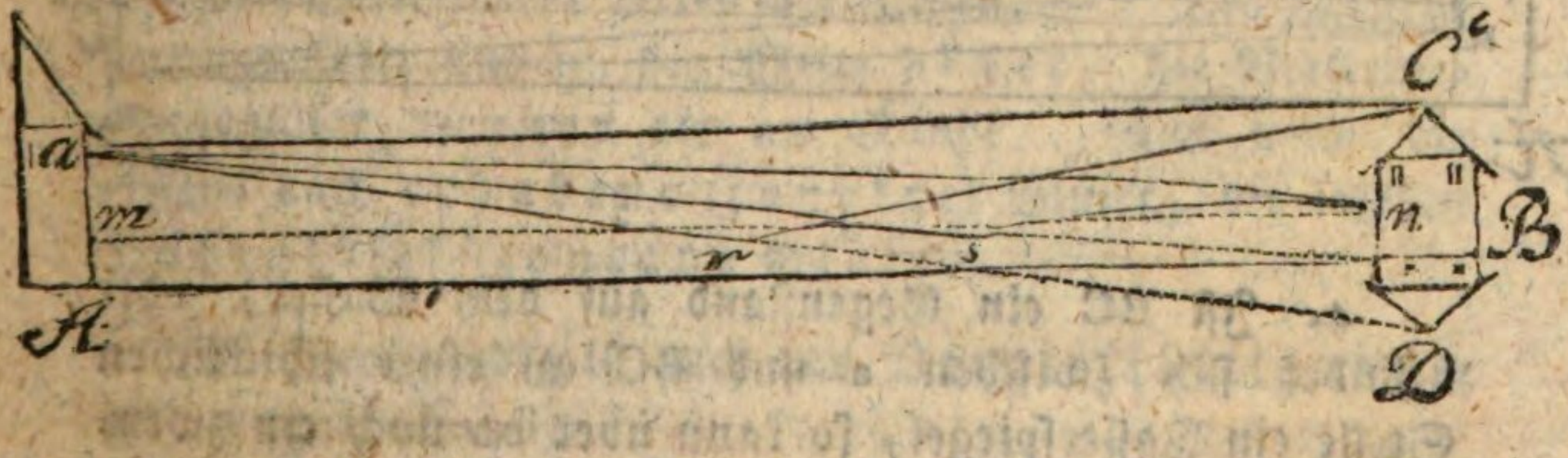
231. Bisweilen kann die Brechung der Lichtstrahlen in der Luft sich in eine Zurückwerfung verwandeln; wenn nehmlich die Strahlen aus einem dichtern in einen dünnern Theil der Luft unter einem hinreichend großen Neigungswinkel übergehen (227, 3.). Dadurch entsteht eine Erscheinung, die man Luftspiegelung nennt, und die hauptsächlich darin besteht, daß sich nebst einem entfernten Gegenstande zugleich ein Bild desselben in der Luft sehen läßt, das

entweder unter oder über dem Gegenstande erscheint.

1. Die Luftspiegelung mit unterwärts gekehrtem Bilde ist häufiger, als die, wo das Bild über dem Gegenstande erscheint. Die Erscheinung sieht fast so aus, als ob vor dem Gegenstande eine Wasserfläche befindlich wäre, in der sich der Gegenstand spiegelte; der Gegenstand selbst aber scheint in der Luft zu schweben.

Man ist gegenwärtig nicht mehr zweifelhaft, daß diese Erscheinung alsdann entsteht, wenn die Luft zunächst an der Erdfläche, entweder durch vermehrte Wärme oder durch welche Ursache es sonst sey, dünner ist, als in einiger Entfernung von derselben. Es sey nehmlich AB (Fig. 22.) ein Theil der Erdfläche, mn die Grenze der dünnern Luftschicht, und ein Zuschauer in a, so sieht dieser von dem entfernten Gegenstande BC den Theil, der über n liegt, durch die Strahlen innerhalb Can. Zu gleicher Zeit aber werden die Strahlen, die von diesem Theil nach der Erdfläche gehen, wenn sie unter einem hinlänglich schiefen Winkel auf mn fallen, wie Cr und ns, zurückgebogen, und können ebenfalls nach a gelangen. Durch diese entsteht das verkehrte Bild nD. Spiegelt sich zugleich ein Theil des hinter und über C liegenden Himmels ab, wovon das Bild hinter und unter D erscheint, so bekommt das Ganze das Ansehen, als ob es sich im Wasser spiegelte, und als ob BC in der Luft schwebte.

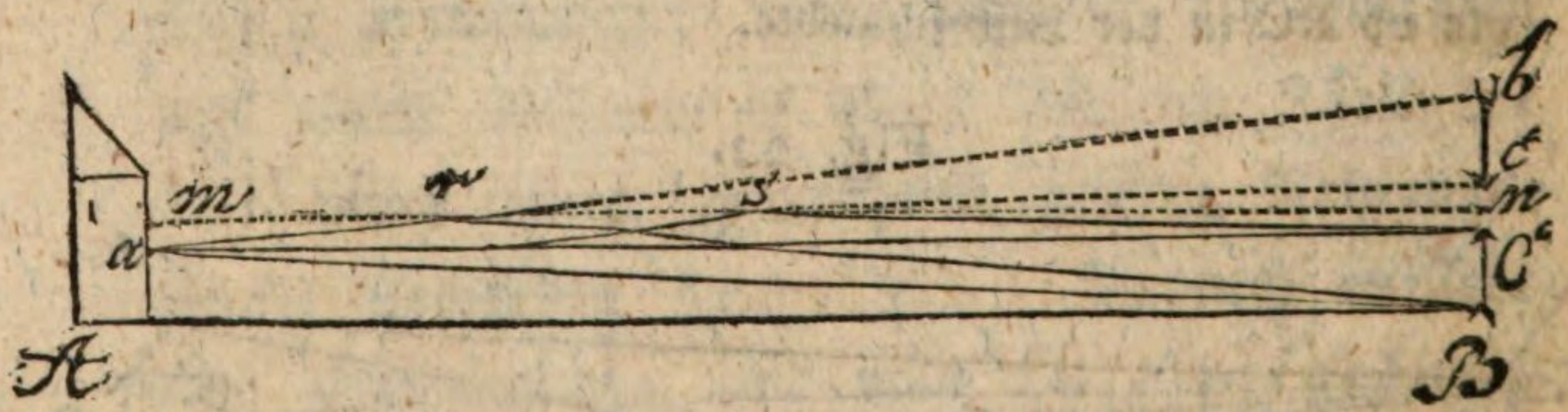
Fig. 22.



2. So wie hier das Bild unterwärts gekehrt ist, so kann es auch seitwärts von dem Gegenstande liegen, wenn die dünne Luftschicht längs einer vertikal stehenden Fläche sich findet. Dergleichen sah Hr. Wrede an den Ringmauern von Berlin. (Annalen der Phys. XI. 421 ff.).

3. Bey der Spiegelung aufwärts erscheint das Bild über dem Gegenstande ebenfalls verkehrt, und bald in Berührung mit ihm, bald mehr oder weniger von ihm getrennt. Diese Erscheinung läßt sich vollständig erklären, wenn man annimmt, daß zunächst bey der Erde eine dichtere Luftschicht liege, innerhalb welcher sowohl der Gegenstand als der Zuschauer sich befinde. Es sey wiederum AB (Fig. 23.) ein Theil der Erdfläche, mn die Grenze der dichtern Luftschicht, und ein Zuschauer in a, so sieht dieser den Gegenstand BC erstens durch die Strahlen innerhalb BaC auf die gewöhnliche Art; zugleich aber werden die Strahlen, die, wie Br, Cs, unter einem sehr schrägen Winkel auf mn fallen, nach a zurückgebogen, und machen das Bild bc, dessen Lage gegen BC von dem Winkel Brn und Csn abhängt: je größer diese sind, desto höher erscheint bc. Uebrigens ist es sowohl bey diesem als bey dem erstern Fall nöthig, daß die Ebene AB sich hinlänglich weit erstrecke, damit die Strahlen schief genug aus einer Luftschicht in die andere übergehen können.

Fig. 23.



4. Ist BC ein Gegenstand auf dem Wasser, oder befindet sich zwischen a und BC an einer schicklichen Stelle ein Wasserspiegel, so kann über bo noch ein zwey-

tes aufrecht stehendes Bild erscheinen, das nichts anders als das Luftbild von dem Bilde im Wasser ist. Von der Art war die Erscheinung, die Vince beschreibt. (Annalen der Phys. IV. 129. ff.)

5. Sind sowohl die Luftschichten, in denen die Brechung und Zurückwerfung der Lichtstrahlen geschieht, als die Wasserfläche in einiger Bewegung, so gerathen auch die Bilder in Bewegung, fallen bald mehr, bald weniger zusammen, und ändern häufig ihre Gestalt und ihren Anschein. Dadurch bekommt die ganze Erscheinung ein noch wunderbareres Ansehen. Von der Art ist unstreitig die berühmte Fata Morgana.

232. Man hat von den Gesetzen der Strahlenbrechung eine sehr wichtige Anwendung auf die Verfertigung der optischen Gläser gemacht, worunter man vornehmlich solche Arten von Gläsern versteht, die zur Unterstützung des Gesichts dienen können. Diese lassen sich in zwey Hauptklassen theilen: Vergrößerungs-, oder Sammlungsgläser, und Verkleinerungs-, oder Zerstreuungsgläser. Beyde heißen auch wohl mit einem gemeinschaftlichen Namen Linsen (lentes).

1. Verschiedene Arten der Linsen. — Die Vergrößerungsgläser sind in der Mitte dicker, die Verkleinerungsgläser dünner als am Rande. Man nennt die erstern auch erhabene (convexe) Gläser, die letztern Hohlgläser (concave Gläser).

2. Merkwürdig ist auch das Vervielfältigungsglas (polyedrum).

233. Bey den Linsen ist vornehmlich die Linie zu bemerken, die man die Achse nennt, das ist diejenige gerade Linie, die durch die Mitte beyder Oberflächen des Glases und folglich durch die Mitte des Glases selbst geht. Ein Strahl, der in der Lage der Achse auf das Glas fällt, geht ungebrochen durch. Uebrigens läßt sich im Allgemeinen sagen, daß die erhabenen Linsen die auf sie fallenden Strahlen näher zusammenbringen, die hohlen hingegen sie weiter von einander entfernen. Doch verdienen verschiedene Fälle noch bestimmter angegeben zu werden.

I. Bey erhabenen Gläsern:

a. Strahlen, die aus einem unendlich entfernten Punkt der Achse kommen, oder parallel mit derselben auffallen, werden so gebrochen, daß sie die Achse in einem Punkt hinter dem Glase schneiden, den man den Brennpunkt (focus) nennt. Der Abstand desselben vom Glase heißt die Brennweite des Glases (distantia focalis).

Woher die Benennung Brennpunkt entstanden.

b. Strahlen, die aus einem Punkt der Achse in endlicher Entfernung, aber weiter, als die Brennweite des Glases beträgt, auffallen, schneiden nach der Brechung die Achse in einem

Punkt hinter dem Glase, der ebenfalls weiter als der Brennpunkt liegt, und der Vereinigungspunkt heißt, so wie sein Abstand vom Glase die Vereinigungsweite. Diese ist desto größer, je näher der leuchtende Punkt dem Glase rückt.

c. Kommen die Strahlen aus einem Punkt der Achse, dessen Abstand vom Glase der Brennweite selbst gleich ist, so fällt der Vereinigungspunkt ins Unendliche, oder die Strahlen gehen nach der Brechung parallel mit der Achse fort.

d. Rückt der leuchtende Punkt dem Glase noch näher, so bleiben die Strahlen auch nach der Brechung divergent, ihre Divergenz aber wird vermindert.

II. Bey hohlen Gläsern:

a. Strahlen, die parallel mit der Achse auffallen, werden so gebrochen, daß sie divergent fortgehen, und wenn sie rückwärts verlängert würden, die Achse in einem Punkt träfen, der ebenfalls der Brennpunkt oder der Zerstreuungspunkt genannt wird. Der Abstand desselben vom Glase heißt ebenfalls die Brennweite.

b. Strahlen, die aus irgend einem Punkt der Achse selbst, in endlicher Entfernung, kommen, werden durch die Brechung noch mehr di-

vergent, so daß sie rückwärts verlängert die Achse in einem Punkte schnitten, der näher als der Brennpunkt beym Glase liegt.

1. Bey den Berechnungen der Brechung der Strahlen in den Linsen nimmt man die Verhältnisse der Winkel selbst anstatt ihrer Sinusse oder Tangenten, weil man voraussetzt, daß die Winkel nur klein sind; auch kommt die Dicke des Glases nicht in Betrachtung.

2. Setzt man den Halbmesser der einen Seite eines erhabenen Glases $= R$, und den Halbmesser der andern $= r$, ingleichen das Brechungsverhältniß aus Luft in Glas $= 3 : 2$, so ist die Brennweite des Glases $f = \frac{2Rr}{R+r}$; und wenn der Abstand eines leuchtenden Punktes $= b$ ist, so ist die Vereinigungsweite $F = \frac{bf}{b-f}$. Diese Formeln lassen sich mit gehöriger Abänderung auch auf die andern Arten von Gläsern anwenden.

234. So wie diejenigen Strahlen, die in der Richtung der Achse auf eine Linse fallen, ungebrochen durchgehen, so läßt sich bey jeder Art der Linsen ein Punkt in ihrer Achse bestimmen, durch welchen Strahlen, die von einem Punkt außerhalb der Achse herrühren, ungebrochen hindurchgehen. Von einem jeden leuchtenden Punkte fallen unzählige Strahlen auf ein Glas, derjenige aber von diesen, welcher ungebrochen durchgeht, heißt ein Hauptstrahl. Alle übrigen Strahlen, die auf das Glas fallen, verhalten sich nach der Brechung gegen ihren Haupt-

strahl auf eben die Weise, wie die Strahlen, die von einem gleich weit entfernten Punkt der Achse ausgehen, sich gegen die Achse verhalten. Man kann also aus den im vorhergehenden Paragraphen bestimmten Fällen leicht finden, wie Strahlen, die von einem Punkt außerhalb der Achse herkommen, in ähnlichen Fällen gebrochen werden.

1. Wenn man die Entfernung des Punktes, durch den die Hauptstrahlen gehen müssen, von der Mitte der vordern Fläche des Glases $= x$, den Halbmesser dieser Fläche $= R$, den Halbmesser der hintern Fläche $= r$, und die Dicke des Glases $= t$ setzt, so ist $x = \frac{Rt}{R+r}$, woraus sich die Lage dieses Punktes für jede Art von Linsen ergiebt.

2. Hat man für irgend einen leuchtenden Punkt in der Achse die Vereinigungsweite der Strahlen gefunden, und man nimmt einen andern leuchtenden Punkt außerhalb der Achse, aber senkrecht über jenem, so liegt der Vereinigungspunkt seiner Strahlen in dem Hauptstrahl senkrecht unter dem Vereinigungspunkt von jenem. Es ist daher leicht, diesen Punkt durch Zeichnung zu finden, wenn man erst jenen und die Lage des Hauptstrahls hat.

235. An der Stelle, wo die Strahlen, die von einem leuchtenden Punkte ausgehen, sich wieder in einen Punkt vereinigen, entsteht ein Bild von jenem Punkte. Die Strahlen werden aber nicht in allen Fällen durch die Brechung wieder vereinigt, folglich entsteht auch nicht immer ein

Bild im eigentlichen Sinne dadurch. Indessen da wir einen Gegenstand immer an der Stelle erblicken, wo die aus einem Punkte herrührenden Strahlen zusammenfahren, oder zusammen zu fahren scheinen, so werden wir auch in den Fällen, wo die Strahlen nach der Brechung divergent bleiben, den leuchtenden Punkt an der Stelle zu sehen glauben, von welcher die divergenten Strahlen herzukommen scheinen. Es ist also eben so gut, als ob hier auch ein Bild des leuchtenden Punktes vorhanden wäre. Allein um dieses scheinbare Bild von jenem wirklichen zu unterscheiden, nennen wir jenes ein physisches, dieses ein geometrisches Bild.

236. Ein jeder Gegenstand, er sey leuchtend oder erleuchtet, besteht aus einer unendlichen Menge von Punkten, von denen ein jeder Strahlen auf ein vorgehaltenes Glas sendet. Das Glas macht von jedem derselben ein Bild, und dadurch entsteht ein Bild des ganzen Gegenstandes. Dieses ist ebenfalls entweder ein physisches oder ein geometrisches. Das physische läßt sich auf einer Ebene auffangen. Es gleicht dann einem gemalten Bilde des Gegenstandes, und kann, wie ein solches, aus den verschiedensten Standpunkten gesehen werden. Das geometrische Bild aber kann nicht aufgefangen,

und also auch nur in der Richtung der gebrochenen Strahlen selbst gesehen werden.

Ein bequemes Mittel, die Brennweite eines erhabenen Glases zu finden, ist, daß man das Bild eines etwas entlegenen Gegenstandes mit einem Papier auffängt, und die Entfernung vom Glase mißt, in der es am deutlichsten erscheint.

237. Bey den Bildern, die durch Gläser hervorgebracht werden, verdienen folgende drey Stücke vorzüglich bestimmt zu werden: 1) der Ort des Bildes; 2) die Stellung; 3) die Größe desselben.

Was das erste anbetrifft, so erscheint das Bild immer an derjenigen Stelle, wo der Vereinigungspunkt der aus einem Punkt des Gegenstandes auffallenden Strahlen liegt. Der Abstand desselben vom Glase wird also auf eben die Art wie die Vereinigungsweite gefunden (233).

Die Stellung des Bildes ist bey dem physischen Bilde immer der Stellung des Gegenstandes entgegengesetzt, folglich verkehrt, wenn diese aufrecht, und aufrecht, wenn diese verkehrt ist. Der Grund davon liegt darin, daß die Hauptstrahlen, in welchen die Vereinigungspunkte liegen, sich in der Achse durchkreuzen, und die Vereinigung hinter dem Glase geschieht. Die geometrischen Bilder hingegen erscheinen in

derselben Stellung, die der Gegenstand hat, weil die scheinbaren Vereinigungspunkte bey ihnen vor dem Durchkreuzungspunkte der Hauptstrahlen liegen.

Die Größe des Bildes endlich hängt von seinem Orte ab: liegt es näher bey dem Glase als der Gegenstand, so erscheint es kleiner als dieser; liegt es weiter, so ist es größer. Ueberhaupt verhält sich die Größe des Bildes zur Größe des Gegenstandes wie die Entfernungen beyder vom Glase.

1. Hohlgläser machen nur geometrische Bilder von den Gegenständen, und zwar in kleinerer Entfernung als diese. Daher erscheinen die Gegenstände durch sie aufrecht und verkleinert. Erhabene Gläser machen nur dann ein geometrisches Bild, wenn der Gegenstand innerhalb der Brennweite liegt. Das Bild aber fällt weiter als der Gegenstand, und erscheint daher vergrößert.

2. Von der optischen Täuschung, als ob die Hohlgläser die Gegenstände weiter, und die erhabenen Gläser sie näher zeigten.

238. Die Bilder, die durch Gläser gemacht werden, sind um desto genauer und deutlicher, je vollkommner die aus einem Punkt auffallenden Strahlen wieder in einen Punkt vereinigt werden. Gläser, deren Oberflächen kugelförmig sind, können keine vollkommene Vereinigung der Strahlen, und daher auch keine ganz deutlichen Bilder her-

vorbringen. Die Strahlen, welche weiter nach dem Rande zu auffallen, werden näher bey dem Glase vereinigt, als die Strahlen, die in der Nähe der Achse auffallen. Diese Verschiedenheit der Vereinigungspunkte, die nach der verschiedenen Dicke und Gestalt des Glases größer oder geringer ist, heißt die Abweichung der Strahlen, wegen der Kugelgestalt des Glases (aberratio ex figura).

Mittel, diesen Fehler der kugelförmigen Gläser zu vermindern oder gänzlich aufzuheben.

239. Die bisher beschriebenen Wirkungen der linsenförmigen Gläser auf die Lichtstrahlen sind sehr geschickt, uns die Wirkungen des Auges auf die Lichtstrahlen zu erläutern. Das Auge enthält nehmlich verschiedene durchsichtige Materien, in denen sich die Lichtstrahlen brechen. Die eine dieser Materien, die sogenannte Krystall-Linse, gleicht völlig einem convex-convexen Glase, und kann daher die aus einem Punkt auffallenden Strahlen wieder in einen Punkt vereinigen. Auch die andern Materien werden durch die ganze Gestalt des Auges geschickt gemacht, hierzu mitzuwirken. Es entsteht daher im Auge ein Bild des außerhalb befindlichen Gegenstandes.

Beschreibung des Auges. Auf welchem Theil desselben das Bild projicirt wird. Vom künstlichen Auge.

240. Von der Beschaffenheit des Bildes im Auge hängt größtentheils unsere Vorstellung des Gegenstandes selbst ab. Wie diese durch jenes hervorgebracht werde, gehört nicht für die Physik zu erklären. Ist das Bild deutlich oder undeutlich, so sehen wir auch den Gegenstand deutlich oder undeutlich. Die Deutlichkeit des Bildes aber hängt von der genauen Vereinigung der aus einem Punkt herrührenden Strahlen ab; und da wir in sehr verschiedenen Entfernungen deutlich sehen können, so müssen in dem Auge beständig Veränderungen vorgehen, wodurch die genaue Vereinigung der Strahlen aus verschiedenen Entfernungen möglich wird. Worin diese eigentlich bestehen, ist von den Physiologen noch nicht ausgemacht.

241. Die Netzhaut, von welcher das Bild im Auge aufgefangen wird, liegt nicht weit hinter der Krystall-Linse; folglich muß das Bild ohne Vergleich kleiner seyn, als der Gegenstand. Unser Urtheil über die Größe des Gegenstandes kann also nicht unmittelbar von der Größe des Bildes bestimmt werden. Nur die Bilder der Gegenstände von gleicher Entfernung haben unter

sich dasselbe Verhältniß, welches die Gegenstände selbst unter einander haben, und können also als ein relativer Maßstab derselben angesehen werden. — Noch weniger kann die Lage der Bilder im Auge hinreichend seyn, die Lage der Gegenstände selbst zu bestimmen. Denn alle Bilder liegen, wie bey einem Gemälde, in einer Fläche. Folglich müssen Erfahrung und Uebung hinzukommen, wenn wir aus der Lage der Bilder gegen einander den Ort des Gegenstandes selbst erkennen wollen. Die Stelle im Auge, auf welche ein jedes Bild der Gegenstände hinfällt, bleibt uns dabey ganz unbewußt. Es kann daher auch nicht befremdend seyn, daß wir die Gegenstände aufrecht erblicken, wenn gleich ihre Bilder im Auge eine absolut entgegengesetzte Lage haben. Ihre relative Lage ist der scheinbaren Lage der Gegenstände selbst völlig gleich.

242. Da Gewohnheit und Uebung einen so großen Einfluß auf unser Gesicht haben, so ist darin auch wohl der Grund zu suchen, warum wir mit zwey Augen die Gegenstände doch nur einfach sehen. Von Kindheit an richten wir beyde Augenachsen nach dem Gegenstande, den wir sehen wollen, und wenn sie in dem Gegenstande zusammentreffen, finden wir, daß es nur ein einziger ist. Hieraus entsteht nach und nach die Gewohnheit, bey der Gleichheit der Bilder

in den Augen nur einen Gegenstand zu erblicken, wenn unsere Augenachsen zusammentreffen. Verdrehen wir die Augen, oder drücken das eine mit dem Finger seitwärts, oder richten die Augenachsen nach einem entferntern Gegenstande, indeß wir einen andern näher vor das Auge bringen, oder umgekehrt, so sehen wir wirklich doppelt.

243. Man findet sehr häufig Personen, deren Augen, aus einer fehlerhaften Beschaffenheit, die auffallenden Strahlen nicht immer genau auf der Netzhaut vereinigen, und folglich ein undeutliches Bild hervorbringen. Dieser Fehler kann von einer doppelten Art seyn: entweder die Strahlen werden nicht stark genug, oder sie werden zu stark gebrochen. Im erstern Fall entsteht der Fehler der Weitsichtigkeit, im letztern der Fehler der Kurzsichtigkeit. Beyden Fehlern kann man durch Brillen oder Augengläser abhelfen.

Vorsichtsregeln bey der Wahl der Brillen. — Beschaffenheit einer guten Brille. — Was von den sogenannten Conservationsbrillen zu halten sey.

244. Je wichtiger die Erhaltung des Gesichts für uns ist, desto nöthiger ist es, schon in frühen Jahren sein Augenmerk darauf zu richten. Nicht selten werden die Augen aus Sorg-

losigkeit oder Unkunde verdorben. Da die Macht der Gewohnheit auf das Gesicht so groß ist, so hüte man sich, es zu verwöhnen. Man komme ihm nicht ohne Noth mit Gläsern zu Hülfe; man übe es, in die Ferne zu sehen, und einen Gegenstand scharf und deutlich darzustellen; beym Lesen halte man das Buch nicht zu nahe u. dergl. Auf der andern Seite aber muthe man ihm auch nicht zu viel zu; strenge es nicht zu sehr nach einander an; zwinge es nicht, in der Dämmerung oder bey schwachem Licht zu arbeiten; blende es nicht durch einen allzu starken Glanz u. s. w.

Die Lampen- und Lichtschirme, die einen allzu starken Schatten werfen, und die Stube verfinstern, taugen nichts.

---

245. Mit der Brechung der Lichtstrahlen ist noch eine andere merkwürdige Erscheinung verbunden — die Farbenzerstreuung. Das Licht wird durch die Brechung gleichsam zertheilt, und erscheint uns dann unter verschiedenen Farben. Man kann diese Erscheinung besonders deutlich wahrnehmen, wenn man das Sonnenlicht auf ein Prisma fallen läßt, und das Farbenbild (spectrum) hinter demselben auf einer weißen Wand oder einem weißen Papier auffängt. Man unterscheidet dann der Reihe nach folgende

Farben: roth, orange, gelb, grün, hellblau, dunkelblau, violett, von denen die rothe am wenigsten, und die violette am meisten gebrochen ist. Fängt man eine dieser Farben wieder durch ein zweytes Prisma auf, so läßt sie sich nicht weiter zerlegen. Doch ist es deßhalb nicht nöthig, alle sieben Farben für einfach zu halten.

Tob. Mayer nimmt roth, gelb und blau; Wünsch roth, grün und violett für Grundfarben an.

246. Vereinigt man die Farben des Prismas wieder, so geben sie zusammen das weiße Licht, woraus sie entstanden sind. Ueberhaupt, so oft diese Farben verbunden werden, wenn sie auch von verschiedenen Lichtstrahlen herrühren, bringen sie uns die Empfindung von weißem Licht hervor. Daraus erklärt sich, warum Gläser mit parallelen Oberflächen keine Farben zeigen. Ingleichen warum die Gegenstände, durch ein Prisma betrachtet, nur an den Rändern, oder da, wo Licht und Schatten an einander grenzen, farbig erscheinen.

1. Die Farben der Strahlen, die aus der Mitte eines Gegenstandes kommen, werden durch die Farben der benachbarten Strahlen gleichsam wieder reduzirt oder in weißes Licht verwandelt; nur am dunkeln Rande

bleibt einiges farbige Licht übrig, das durch die Farben der angrenzenden Strahlen nicht erreicht wird. Ist der brechende Winkel des Prismas unterwärts gekehrt, so erscheint der obere Rand (oder das Helle unter dem Dunkeln) roth und gelb, und der untere (oder das Helle über dem Dunkeln) violett und blau. Die Ränder zu beyden Seiten bleiben ungefärbt.

2. Kann man die farbigen Ränder einander nahe genug bringen, so erscheinen beyde als ein zusammenhängender farbiger Streifen. Hierbey sind zwey Fälle zu unterscheiden: entweder man hat einen schmalen hellen Streifen auf dunkelm Grunde, oder einen dunkeln Streifen auf hellem Grunde. Im ersten Fall erscheinen die Farben des Streifens in der Ordnung: roth, gelb, blau, violett; im zweyten in der Ordnung: blau, violett, roth, gelb. Auch im letztern Fall ist es nur der helle Rand, von dem die Farben herrühren, nicht der dunkle Streifen. Denn ein Körper schickt desto weniger Licht aus, je dunkler er erscheint; und wenn gar kein Licht von ihm ausgeht, so sieht er schwarz aus. Folglich kann ein schwarzer Körper durchs Prisma keine Farben zeigen.

3. Sind die Körper, die man durchs Prisma betrachtet, nicht weiß, sondern haben sie eine bunte Farbe, so werden die Farben des Prismas dadurch modifizirt.

247. Das weiße Licht kann also nicht als ein einfaches, sondern es muß als ein aus den verschiedenen Farben zusammengesetztes Licht betrachtet werden. Die Absonderung der verschiedenen Farben bey der Brechung rührt daher, daß jede Farbe eine andere Brechbarkeit hat; und so wie die Brechung selbst größer oder geringer ist, je nachdem der einfallende

Strahl mehr oder weniger gegen die brechende Ebene geneigt ist; so hängt auch die Größe der Farbenzerstreuung von dem Neigungswinkel des einfallenden Strahls ab. Doch wird sie nicht hierdurch allein bestimmt, sondern es hat auch die Beschaffenheit des brechenden Mittels einen Einfluß darauf. Daher können zwey verschiedene Materien, die das Licht gleich stark brechen, doch in der Größe der Farbenzerstreuung verschieden seyn. Eine Verschiedenheit in der Ordnung der Farben aber hat man noch nirgends bemerkt.

248. Da die Wirkung der optischen Gläser auf einer Brechung der Strahlen beruht, so muß sie auch von einer Farbenzerstreuung begleitet seyn. Hieraus entsteht in vielen Fällen eine Undeutlichkeit der Bilder, die noch größer ist, als die, welche die Kugelgestalt des Glases verursacht. Man hat aber Mittel gefunden, auch diesem Uebel durch Verbindung zweyer oder mehrerer Gläser von verschiedener Glasart (Crownglas und Flintglas), oder durch zusammengesetzte, mit einer Flüssigkeit gefüllte Gläser abzuhelfen. Solche Gläser heißen achromatische Gläser, so wie die optischen Werkzeuge, in denen sich dergleichen finden, achromatische Werkzeuge.

Auch bey dem Auge muß, wie es scheint, eine Farbenzerstreuung statt finden. Es ist aber die Frage,

ob sie, wie Euler behauptet, durch die verschiedenen Feuchtigkeiten des Auges aufgehoben, oder ob sie, wie Maskelyne glaubt, bey der geringen Oeffnung des Sterns unmerklich ist. Im erstern Fall müßte irgend ein Theil des Auges wie ein Hohlglas wirken.

---

249. Mit der Brechung des Lichts hat die Beugung (inflexio) desselben eine Aehnlichkeit. Sie besteht ebenfalls in einer Ablenkung des Strahls von seiner Richtung, und findet alsdann statt, wenn ein Lichtstrahl ganz nahe an einem festen Körper vorbey streicht. Der Strahl beugt sich alsdann nach dem Körper hin, als ob er von demselben angezogen würde. Es ist aber schwer, sie hinlänglich bemerklich zu machen, weil an jeder Stelle eines Körpers nur wenige Strahlen nahe genug vorbey gehen, um diese Wirkung zu erfahren; ihr Licht ist also nur schwach, und wird durch das übrige Licht gleichsam verlöscht. Auch die Beugung ist mit einer Farbenzerstreuung verbunden; doch sind die Farben wegen der geringen Menge des Lichts nur schwach; indessen lassen sie sich in mehrern Fällen deutlich genug wahrnehmen, um zu erkennen, daß sie dieselbe Ordnung unter einander, wie bey der Brechung, beobachten.

1. Nach Newton giebt es auch eine Beugung, wobey das Licht von dem Körper abwärts geht, also

von demselben gleichsam zurückgestoßen wird. In diesem Fall hat das rothe Licht die größte, und das violette die kleinste Beugung.

2. Bewegt man den Finger nahe vor dem Auge vorüber, indem man den Blick zugleich nach dem Rahmen eines hellen Fensters richtet, so erscheint der Rahmen auf derselben Seite, auf welcher der Finger steht, roth und gelb, der gegenüber stehende aber violett und blau gefärbt — eine Erscheinung, die unstreitig durch Beugung des Lichts hervorgebracht wird. Ob das Licht hierbey von dem Finger angezogen oder abgestoßen werde, ist zwar nicht ganz entschieden, doch ist das erstere wahrscheinlicher.

250. Bisweilen zeigen sich unserm Auge Farben, ohne daß eine Brechung oder Beugung der Lichtstrahlen die Ursache davon sey. Ein heftiger Reiz des Auges durch einen starken Glanz kann machen, daß ihm die Gegenstände farbig oder anders gefärbt erscheinen, als sie wirklich sind. Auch eine Mischung von ungleich starkem Lichte kann, durch eine Art von Täuschung, Farben hervorbringen, die nicht wirklich vorhanden sind. Merkwürdig sind in dieser Rücksicht die Beobachtungen gefärbter Schatten.

1. Ueber die gefärbten Schatten hat Graf Rumford schätzbare Beobachtungen geliefert. (Neues Journ. d. Phys. II. S. 58 ff.)

2. Es ist eine gemeine Erfahrung, daß schwarze Buchstaben auf weißem Papier im hellen Sonnenlichte öfters roth oder grün erscheinen.

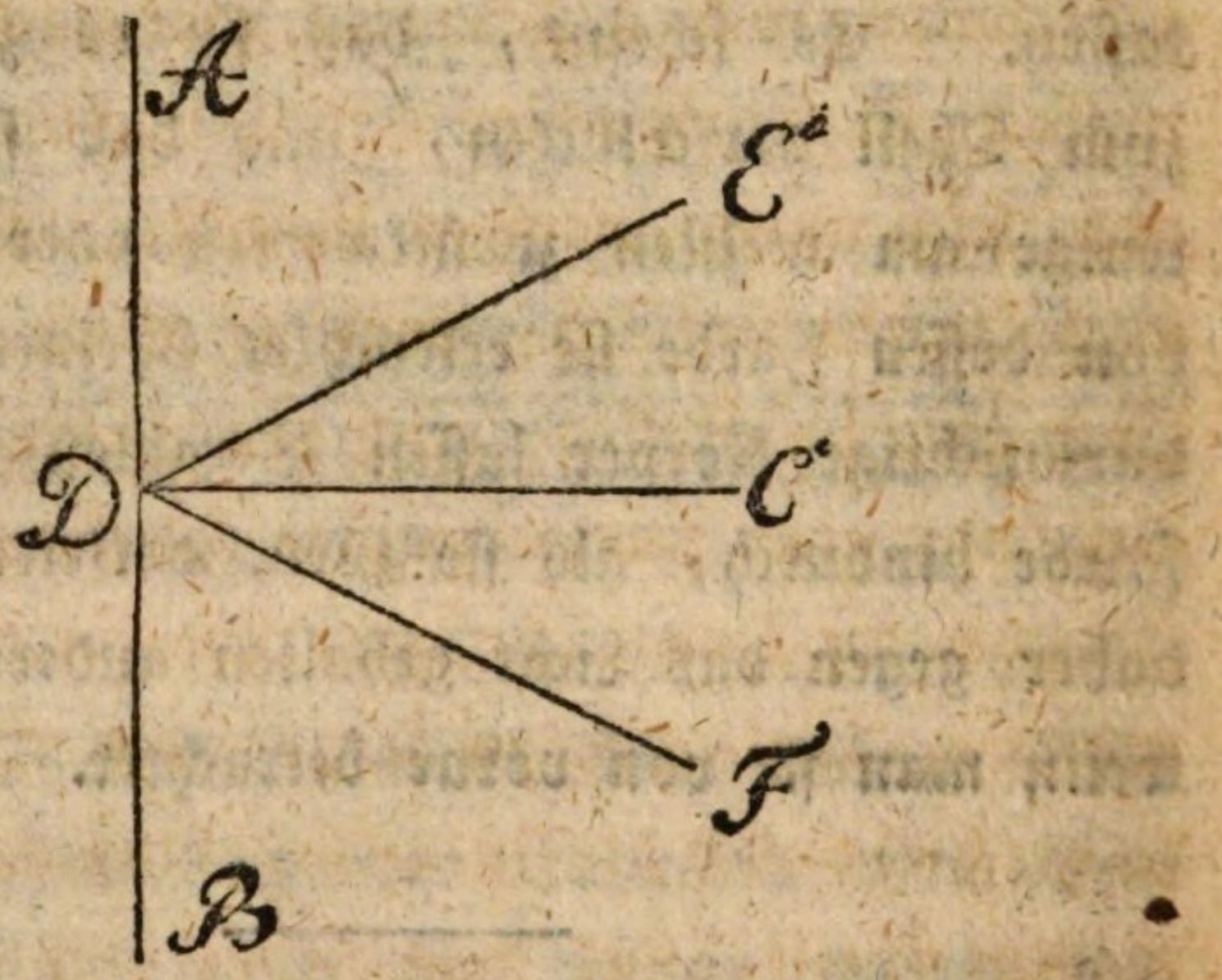
251. Die beständigen Farben, unter denen uns die meisten dunkeln Körper erscheinen, sind ein Beweis, daß diese Körper das Licht, wovon sie erleuchtet werden, nicht unverändert lassen. Es scheint, daß sie es zersetzen und zum Theil verschlucken, und daß sie nur dasjenige am meisten zurückwerfen oder durchlassen, von dessen Farbe sie erleuchtet scheinen. Manche durchsichtige Körper lassen Strahlen von anderer Farbe hindurch, als sie zurückwerfen, und sehen daher gegen das Licht gehalten anders aus, als wenn man sie von vorne betrachtet.

---

252. Trifft ein Lichtstrahl auf einen Körper, ohne durch ihn hindurch zu gehen, noch von ihm verschluckt zu werden, so prallt er von ihm nach eben den Gesetzen zurück, nach welchen elastische Körper von einer harten Ebene zurückspringen. Es sey AB (Fig. 24.) eine Ebene des reflectirenden Körpers, ED der auffallende, und DF der reflectirte Strahl, so ist der Einfallswinkel ADE dem Reflexions- oder Zurückstrahlungswinkel BDF gleich. Oder zieht man das Neigungsloth CD; so ist der Winkel EDC = CDF. Man kann daher auch jenen als den Einfallswinkel und diesen als den Reflexionswinkel betrachten. Der einfallende und der zurückgeworfene Strahl

liegen mit dem Neigungsloth stets in einer Ebene, die auf der reflectirenden Ebene senkrecht steht.

Fig. 24.



1. Nicht blos feste, sondern auch flüssige Körper können das Licht reflectiren, und selbst die durchsichtigen thun es zum Theil.

2. Ein Strahl, der in der Richtung des Neigungslothes auffällt, wird in sich selbst zurückgeworfen.

3. Derjenige Theil der Optik, der von der Zurückwerfung der Strahlen handelt, heißt die Katoptrik.

253. Das Gesetz der Reflexion, daß der zurückgeworfene Strahl einen gleichen Winkel mit dem Neigungslothe machen muß, als der einfallende, wird durch die verschiedenartigste Beschaffenheit der reflectirenden Körper nicht abgeändert; auch wird das Licht selbst durch die Reflexion nicht zertheilt oder sonst verändert. Die einzige Verschiedenheit also, die hierbey statt findet, rührt von der verschiedenen Gestalt der reflectirenden Flä-

che her. Diese ist aber hinreichend, eine Menge verschiedener Erscheinungen hervor zu bringen.

254. Die meisten Körper haben eine rauhe Oberfläche, das heißt, eine Oberfläche von mannigfaltigen Erhöhungen und Vertiefungen, also — von sehr unregelmäßiger Gestalt. Solche müssen auch die Lichtstrahlen, wenn sie gleich in parallelen Richtungen auffallen, nach den verschiedensten Seiten, auf eine unregelmäßige Weise zurückwerfen. Ist aber die Oberfläche eines Körpers von unregelmäßigen Ungleichheiten frey, oder ist sie glatt, so geschieht auch die Zurückstrahlung auf eine regelmäßige Weise; und man nennt eine solche Fläche einen Spiegel.

1. Die tauglichste Materie zu Spiegeln sind einige Arten der Metalle, vorzüglich Platina; gemeiniglich sind die metallenen Spiegel von einer Composition; bey den gläsernen Spiegeln macht eigentlich die hintere Belegung die spiegelnde Fläche aus.

2. Die Erfindung der Spiegel ist sehr alt.

255. Die Spiegel sind selbst wieder durch ihre Gestalt von einander verschieden, und man unterscheidet zwey Hauptklassen derselben: ebene und krumme Spiegel. Die ebenen werfen die auffallenden Strahlen in eben der Richtung gegen einander zurück, in der sie auffallen: die Strahlen

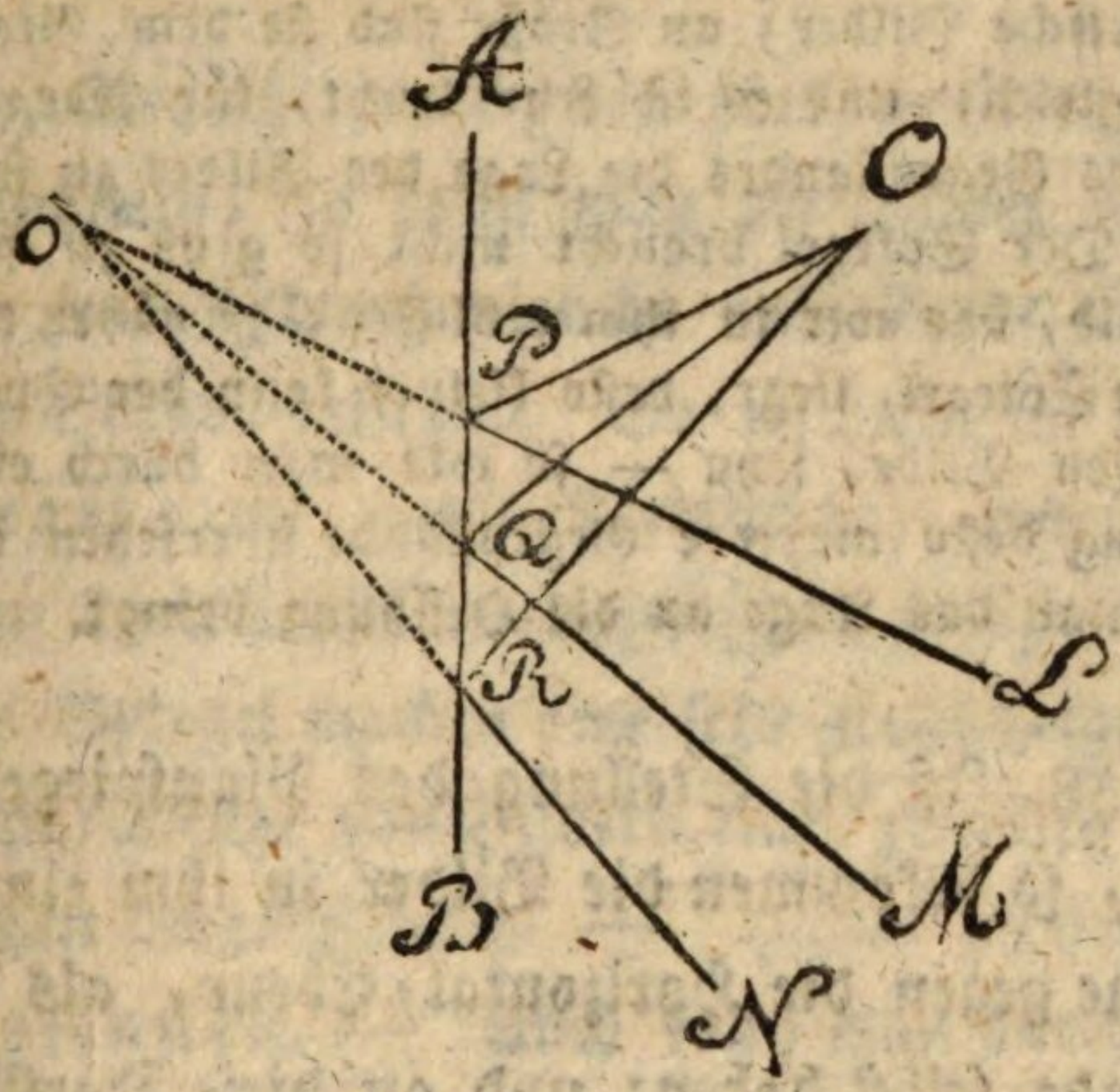
mögen parallel, oder convergent oder divergent auf-fallen, so bleiben sie auch so nach der Zurückstrah-lung. Bey den krummen Spiegeln aber wird die gegenseitige Richtung der Strahlen durch die Re-flexion verändert.

Die verschiedenen Arten von Spiegeln sind als eben so viele besondere Anwendungen, die man von dem all-gemeinen Gesetz der Zurückstrahlung durch Hülfe der Ma-thematik gemacht hat, anzusehen.

256. Es sey AB (Fig. 25.) der Durchschnitt eines ebenen Spiegels oder Planspiegels, und O ein leuchtender Punkt vor demselben, so folgt aus dem Gesetze der Zurückstrahlung, daß alle Strahlen, die von O auf den Spiegel fallen, so von ihm zu-rückgeworfen werden, als ob sie von einem Punkt o herkämen, der eben so weit hin-ter dem Spiegel liegt, als O von ihm entfernt ist. Wir urtheilen aber von der Lage eines Körpers aus der Richtung, in der die Licht-strahlen von ihm in unser Auge kommen. Ein Auge also, das nur die reflectirten Strahlen, der-gleichen PL, QM, RN sind, empfängt, wird den leuchtenden Punkt nicht in O, wo er sich wirk-lich befindet, sondern in o zu sehen glauben. Man nennt daher diesen Punkt das Bild von O. Es ist aber nur für ein geometrisches Bild zu achten, weil die Strahlen nicht wirklich in ihm

zusammentreffen, sondern sich nur darin zu vereinigen scheinen.

Fig. 25.



1. Allgemeine Regel, das geometrische Bild irgend eines leuchtenden Punktes bey einem Planspiegel zu finden.

2. Unter einem leuchtenden Punkte wird hier jeder Punkt verstanden, der Lichtstrahlen auf einen Spiegel schickt, gleich viel, ob es ein eigenthümliches, oder ein erborgtes Licht ist.

257. Ein jeder ausgedehnter Gegenstand besteht aus einer unendlichen Menge von Punkten; folglich muß auch das Bild eines solchen Gegenstandes im Planspiegel auf eine ähnliche Art entstehen, wie das Bild eines einzelnen Punktes. Es ist also leicht zu erweisen, daß das Bild eines jeden Theils eines Gegenstandes eben so weit hinter der

Ebene des Spiegels erscheinen muß, als dieser Theil selbst vor derselben liegt.

1. Die Bilder der Planspiegel sind folglich lauter geometrische Bilder; an Größe sind sie dem Gegenstande selber gleich; und es ist sehr leicht, für jede gegebene Lage des Gegenstandes die Lage des Bildes zu finden.

2. Der Spiegel braucht nicht so groß zu seyn, als das Bild, das wir in ihm erblicken; je näher das Auge an dem Spiegel, liegt, desto kleiner kann der Spiegel bey demselben Bilde, seyn — so wie man durch eine kleine Oeffnung desto mehrere Gegenstände übersehen kann, je näher man das Auge an die Oeffnung bringt.

258. Ist die Stellung des Planspiegels vertikal, so bekommen die Bilder in ihm eine ähnliche Lage gegen die Horizontal-Ebene, als die Gegenstände selbst haben; und an diese Darstellungsart sind wir durch die Spiegel in unsern Zimmern am meisten gewöhnt. Es scheint uns daher auffallend, wenn wir die Lage der Bilder im Spiegel von der Lage der Gegenstände selbst, in Rücksicht auf den Horizont, auf den wir alles zu beziehen pflegen, ganz verschieden erblicken. Dieß kann aber bey einer andern als vertikalen Stellung des Spiegels auf mancherley Weise statt finden, obgleich die Bilder immer nach demselben Gesetze entstehen, und so weit hinter der Ebene des Spiegels liegen, als die Gegenstände vor derselben.

In einem horizontalen Spiegel erscheinen aufrecht stehende Gegenstände verkehrt. — Wasserspiegel — Ist

der Spiegel unter einem Winkel von 45° gegen den Horizont geneigt, so erscheinen liegende Gegenstände stehend, und stehende liegend. Eine horizontal fortgerollte Kugel scheint aufwärts zu steigen.

259. Braucht man zwey oder mehrere Planspiegel zugleich, so kann man die Bilder vervielfältigen, und dadurch manche auffallende Erscheinung zu Stande bringen. So erscheint im Winkelspiegel eine ganze Kreisfläche, indeß man nur einen Theil derselben dazwischen bringt. Parallele Spiegel machen eine sehr große (eigentlich unendliche) Menge von Bildern eines zwischen ihnen befindlichen Gegenstandes. — Hieher gehören die Spiegelkasten. — Auch kann man durch mehrere gehörig gegen einander gerichtete Spiegel Gegenstände an solchen Orten sichtbar machen, wo man sie außerdem nicht sehen könnte. — Man wird aber jederzeit bemerken, daß, je mehr die Anzahl der Bilder sich vervielfältigt, desto schwächer oder matter werden die Bilder selbst; weil bey jeder Zurückstrahlung ein Theil der Strahlen verloren geht.

Newton behauptete, daß die Lichtstrahlen nicht durch Anschlagen an die reflectirenden Körper, vermöge ihrer Elastizität, zurückgeworfen würden, sondern daß über der ganzen Oberfläche des Körpers eine zurückstoßende Kraft verbreitet wäre, die die Lichtstrahlen zurücktriebe, noch ehe sie den Körper selbst berühren. Diejenigen Strahlen hingegen, die den Körper selbst erreich-

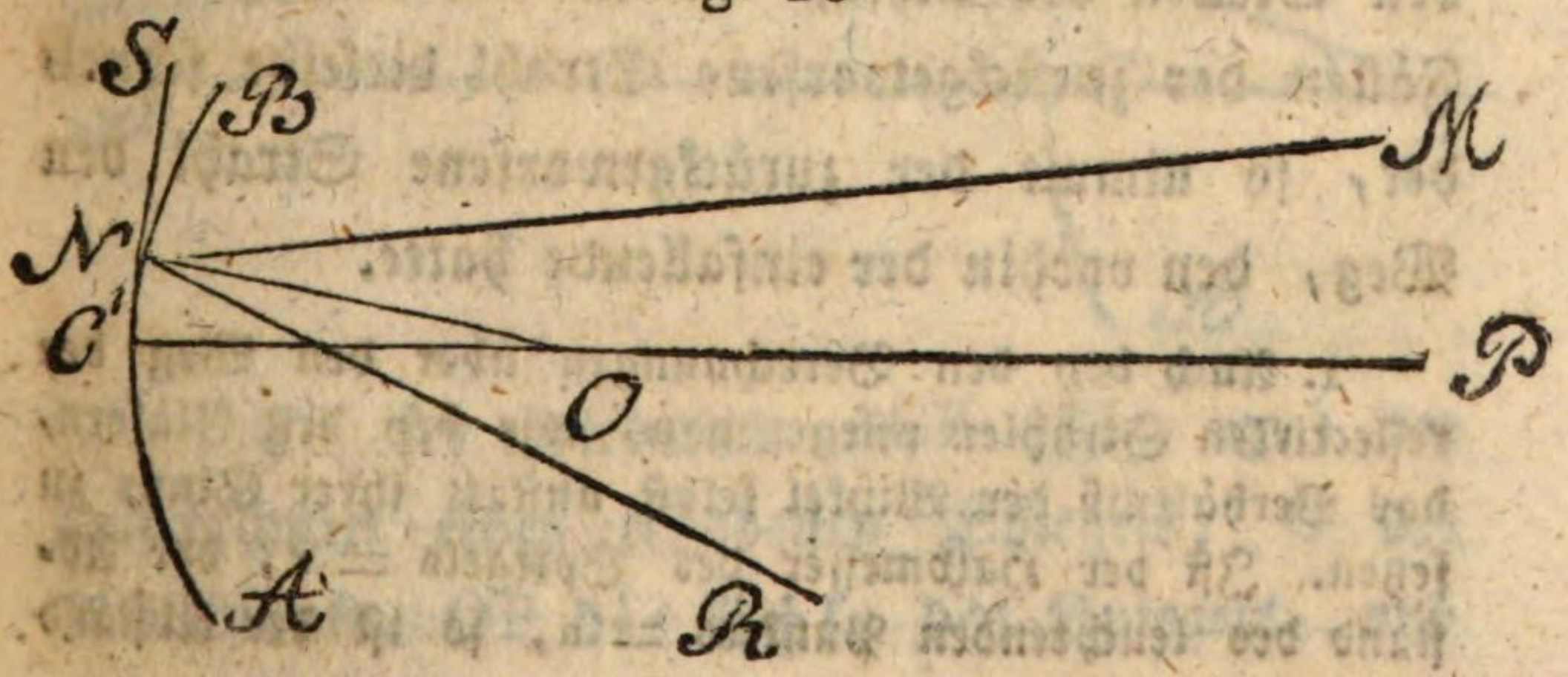
ten, würden von ihm verschluckt. Diese Meinung ist nach der Zeit ziemlich allgemein angenommen worden. Indessen betreffen doch die Gründe Newtons größtentheils nur die Art der Reflexion, wobey ein Strahl unter einem beträchtlich schiefen Winkel aus einem dichtern in ein dünneres Mittel übergeht. Hier wird aber die Reflexion offenbar durch die Anziehung des dichtern Körpers hervorgebracht. Für den Fall, wo das Licht von einem Spiegel reflectirt wird, führt er nur den Grund an, daß auch der glatteste Spiegel noch zu viel Unebenheiten behielte, als daß das Licht so regelmäßig von ihm zurückstrahlen könnte. — Allein wenn die Zurückstrahlung durch eine besondere Kraft hervorgebracht würde, so wäre, dünkt mich, auch schon eine mittelmäßige Politur hinreichend, uns vollkommenere Spiegel zu verschaffen, als wir jetzt wirklich haben, weil die zurückstoßende Kraft schon in einiger Entfernung wirkte, und die gänzliche Annäherung der Strahlen an den Körper verhinderte. Wir wissen aber, wie viel auf eine gute Politur ankommt. Wenn also auch nicht die ganze Oberfläche des Spiegels dadurch vollkommen glatt wird, so können doch die meisten Theile derselben die zur regelmäßigen Reflexion erforderliche Lage bekommen. Die übrigen Theile verwerfen das Licht. Bekanntlich aber geht auch bey den besten Spiegeln immer ein Theil des Lichts durch die Reflexion verloren. Dieser Verlust ist kaum begreiflich, wenn das Licht durch eine zurückstoßende Kraft reflectirt werden soll. Denn woher kommt es, daß einiges Licht die Oberfläche des Körpers erreicht und von ihm verschluckt wird, da die zurückstoßende Kraft gleichförmig über die Oberfläche verbreitet ist, und das Licht mit gleicher Stärke auffällt?

260. Eine größere Mannigfaltigkeit als die Planspiegel bieten die krummen Spiegel dar, unter denen wiederum zwey Arten vorzüglich bemerkenswerth sind: hohle und erhabene Spiegel. Um

einzusehen, wie diese die Bilder der Gegenstände darstellen, ist es nöthig, sich erst mit der Art, wie sie die Strahlen zurückwerfen, bekannt zu machen.

261. Es sey ACB (Fig. 26.) der Durchschnitt eines Hohlspiegels, der nach einem Kugelschnitt gekrümmt ist; so heißt die Linie CP, die durch die Mitte des Spiegels C und den Mittelpunkt der ganzen Kugel O geht, die Achse des Spiegels — eine Linie, die bey den Spiegeln eben so wichtig ist, als die Achse bey den Gläsern. Um das allgemeine Gesetz der Reflexion auf diese Art von Spiegeln anzuwenden, ist zu bemerken, daß der Einfallswinkel hier durch den einfallenden Strahl und die Tangente, oder durch den einfallenden Strahl und den Halbmesser der Kugel bestimmt wird. Ist z. B. MN der einfallende Strahl, NS eine Tangente an N, ON aber ein Halbmesser, so ist MNS oder MNO der Einfallswinkel. Folglich muß der Reflexionswinkel ONR = MNO seyn.

Fig. 26.



Hiernach ergeben sich folgende Fälle:

1) Wenn Strahlen parallel mit der Achse auffallen, so werden sie so zurückgeworfen, daß sie die Achse ungefähr in der Mitte zwischen O und C in einem Punkt schneiden, den man den Brennpunkt des Spiegels nennt. Der Abstand dieses Punktes vom Spiegel heißt die Brennweite des Spiegels.

2) Kommen die Strahlen aus einem Punkt der Achse in endlicher Entfernung, aber weiter als O, so schneiden sie die Achse nach der Zurückwerfung in einem Punkte zwischen O und dem Brennpunkte.

3) Kommen sie aus O selbst, so werden sie insgesammt nach O zurückgeworfen.

4) Fallen sie convergent mit der Achse auf, so schneiden sie dieselbe nach der Zurückwerfung in einem Punkte zwischen dem Brennpunkte und dem Spiegel.

5) Rückt der leuchtende Punkt an eine von den Stellen der Achse, wo in den vorbenannten Fällen der zurückgeworfene Strahl dieselbe schneidet, so nimmt der zurückgeworfene Strahl den Weg, den vorhin der einfallende hatte.

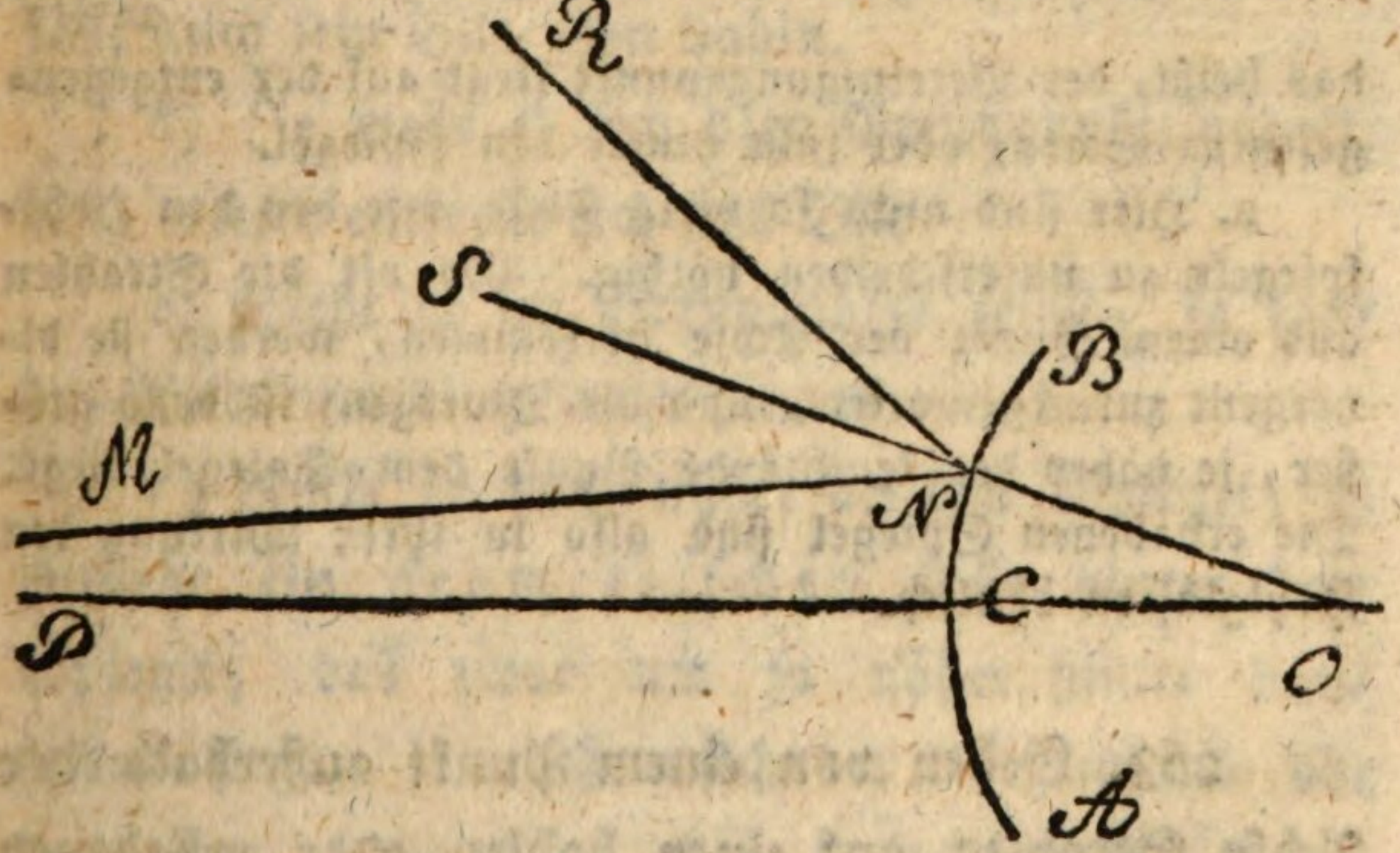
1. Auch bey den Berechnungen über den Weg der reflectirten Strahlen pflegt man, wie bey den Gläsern, das Verhältniß der Winkel selbst anstatt ihrer Sinus zu setzen. Ist der Halbmesser des Spiegels $= r$, der Abstand des leuchtenden Punktes $= a$, so ist der Abstand

des Punktes, in dem die zurückgeworfenen Strahlen die Achse schneiden, oder die Vereinigungsweite = $\frac{ar}{2a-r}$. Aus dieser Formel läßt sich der Weg des zurückgeworfenen Strahls für alle Fälle finden.

2. In den meisten Fällen werden die Strahlen durch Hohlspiegel convergent gemacht, und selbst wenn sie divergent bleiben, wird doch ihre Divergenz vermindert. Die Hohlspiegel sind also in ihrer Wirkung den erhabenen Gläsern ähnlich.

262. Bey den erhabenen Spiegeln läßt sich der Weg des zurückgeworfenen Strahls auf ähnliche Weise wie bey den hohlen finden, indem man den Reflexionswinkel dem Einfallswinkel gleich macht.

Fig. 27.



Es sey wiederum ACB (Fig. 27.) der Durchschnitt eines erhabenen Spiegels, O der Mittelpunkt, OP die Achse des Spiegels, und

MN ein einfallender Strahl, so ist MNS der Einfallswinkel und SNR der Reflexionswinkel; folglich geht der Strahl in der Richtung NR zurück, so daß er rückwärts verlängert die Achse in einem Punkt zwischen O und C schneiden würde.

Wäre MN parallel OP, so würde der zurückgeworfene Strahl, wenn man ihn rückwärts verlängerte, die Achse in einem Punkt zwischen O und C schneiden, der ebenfalls der Brennpunkt des Spiegels, so wie der Abstand desselben vom Spiegel seine Brennweite heißt.

1. Wenn man in der bey dem vorigen Paragraphen für die Vereinigungsweite angegebenen Formel r negativ setzt, so erhält man den Abstand des eingebildeten Vereinigungspunktes vom Spiegel $= -\frac{ar}{2a+r}$, das heißt, der Vereinigungspunkt liegt auf der entgegengesetzten Seite, oder fällt hinter den Spiegel.

2. Hier sind nicht so viele Fälle wie bey den Hohlspiegeln zu unterscheiden nöthig. So oft die Strahlen aus einem Punkt der Achse herkommen, werden sie divergent zurückgeworfen, und die Divergenz ist desto größer, je näher der leuchtende Punkt dem Spiegel liegt. Die erhabenen Spiegel sind also in ihrer Wirkung den Hohlgläsern ähnlich.

263. Gehen von einem Punkt außerhalb der Achse Strahlen auf einen hohlen oder erhabenen Spiegel, so ist nur zu bemerken, daß derjenige Strahl, der durch den Mittelpunkt der Kugel, durch O, wirklich geht, oder verlängert durch ihn

gehen würde, als ein Hauptstrahl zu betrachten ist, und daß sich die übrigen von jenem Punkt ausgehenden Strahlen gegen diesen eben so verhalten, wie die Strahlen, die aus einem Punkt der Achse kommen, gegen die Achse. Hiernach ist es leicht zu bestimmen, wie die Bilder durch diese Spiegel gemacht werden.

I. Bey Hohlspiegeln:

a) Ist der Gegenstand unendlich entfernt, so erscheint das Bild im Brennpunkte.

b) Rückt der Gegenstand in eine endliche Entfernung, doch weiter, als der Halbmesser des Spiegels, so erscheint das Bild zwischen dem Brennpunkt und dem Mittelpunkt.

c) Kommt er in den Mittelpunkt selbst, so fällt auch sein Bild eben dahin.

d) Je mehr er sich dem Brennpunkte nähert, desto weiter entfernt sich das Bild.

e) Steht er im Brennpunkte selbst, so fällt das Bild unendlich weit hinaus.

f) Rückt er noch näher an den Spiegel, so entsteht ein geometrisches Bild hinter dem Spiegel, das zwar um so näher hinter demselben liegt, je näher sich der Gegenstand vor demselben befindet, aber doch immer weiter als dieser von ihm entfernt ist.

Die physischen Bilder haben insgesammt eine dem Gegenstande selbst entgegengesetzte Stellung:

sie sind verkehrt, wenn dieser aufrecht, und aufrecht, wenn dieser verkehrt steht. In Ansehung der Größe aber verhalten sich die Bilder zu dem Gegenstande jederzeit wie die Entfernungen beyder vom Spiegel.

II. Bey erhabenen Spiegeln:

a) Ist der Gegenstand unendlich entfernt, so erscheint das Bild im eingebildeten Brennpunkte des Spiegels.

b) Rückt der Gegenstand in irgend eine endliche Entfernung, so erscheint das Bild in einem Punkte zwischen dem Brennpunkte und dem Spiegel, und zwar diesem immer näher als der Gegenstand.

Hier hat man stets ein geometrisches Bild, das mit dem Gegenstande einerley Stellung hat, aber desto kleiner erscheint, je weiter sich der Gegenstand vor dem Spiegel befindet.

264. So wie bey den Linsen eine Abweichung wegen der Gestalt des Glases statt findet (238.), so findet eine ähnliche Abweichung bey den sphärischen Spiegeln statt. Nicht alle Strahlen, die von einem Punkt in oder außer der Achse auf den Spiegel fallen, werden so zurückgeworfen, daß sie die Achse oder den Hauptstrahl genau in demselben Punkt schneiden, oder rückwärts verlängert darin zusammentreffen; sondern nur diejenigen Strah-

len, die gleich weit von der Achse oder von ihrem Hauptstrahl auffallen, haben einerley Vereinigungspunkt; und dieser liegt dem Spiegel um so näher, je weiter von der Achse oder von dem Hauptstrahl die Strahlen auffallen. Man hat also eigentlich für jeden leuchtenden Punkt eine unzählige Menge von Vereinigungspunkten, und folglich auch von jedem Gegenstande eine unzählige Menge von Bildern. Dadurch entsteht im Ganzen eine Undeutlichkeit, wenn die Abweichung beträchtlich wird.

1. Man kann diese Undeutlichkeit vermindern, wenn man die Spiegel nur wenige Grade fassen läßt, oder ihren Rand verdeckt; und man kann sie ganz aufheben, wenn man ihnen eine parabolische Gestalt giebt.

2. Bey den Formeln für die Vereinigungsweite der Spiegel ist auf die Abweichung keine Rücksicht genommen, und sie gelten daher eigentlich nur für Strahlen, die unendlich nahe bey der Achse auffallen.

265. Außer den beyden vorbeschriebenen Arten krummer Spiegel hat man auch noch andere Arten, z. B. cylindrische, kegelförmige. Diese machen von den Gegenständen kein so regelmäßiges Bild als die sphärischen. Man kann aber Gemälde oder Zeichnungen von so verzerrter Gestalt machen, daß sie in solchen Spiegeln regelmäßig erscheinen.

266. Die erhabenen Gläser sowohl als die Hohlspiegel werden beyde noch dadurch besonders merkwürdig, daß sie durch Vereinigung der Sonnenstrahlen in ihrem Brennpunkte eine Hitze hervorbringen, die desto größer ist, je größer und vollkommener diese Werkzeuge sind. Jene heißen daher auch Brenngläser, diese Brennspiegel. Von beyden Arten hat man Werkzeuge, durch die man den heftigsten Grad der Hitze hervorbringen kann, und deren Wirkungen außerordentlich sind. Ihre Stärke aber hängt nicht von ihrer Brennweite ab, sondern von der Größe ihrer Oberfläche, verbunden mit der Genauigkeit, mit der sie die auffallenden Strahlen im Brennpunkte vereinigen. Hierzu trägt außer der schicklichen Gestalt noch bey den Gläsern die Reinheit des Glases, und bey den Spiegeln die Güte der Politur bey.

267. Die Wirkung des Lichts, die sich im Brennpunkte der gedachten Werkzeuge in so hohem Grade zeigt, offenbart sich auch bey dem bloßen Sonnenlichte, nur in geringerm Grade: das Licht bringt Wärme hervor. Wie? und wodurch? das ist noch nicht ausgemacht. Merkwürdig ist die Beobachtung von Herschel, daß mit den leuchtenden Strahlen dunkle verbunden sind, die Wärme hervorbringen, und daß der höchste Grad der Wärme bey dem prismatischen

Farbenbilde nicht in die farbigen Strahlen selbst, sondern außerhalb derselben auf die Seite des rothen Lichts innerhalb der dunkeln Strahlen fällt.

268. Außer der Wärme bringt das Licht noch andere Wirkungen hervor, die eine chemische Einwirkung voraus zu setzen scheinen. Sie verbreiten sich über alle drey Reiche der Natur: Die Gewächse verdanken nicht nur ihre Farben dem Lichte, sondern mehrere derselben zeigen eine große Empfindlichkeit gegen dasselbe. Nur im Sonnenschein entwickeln die Pflanzen Sauerstoffgas. Die Farbe der Haut bey Thieren und Menschen wird durch das Licht verändert. Verschiedene metallische Auflösungen werden durch das Licht niedergeschlagen, und die Farben verschiedener Säuren dadurch verändert. Nach Ritters Beobachtungen werden verschiedene dieser Wirkungen vorzüglich durch die mit dem Sonnenlichte verbundenen dunkeln Strahlen hervorgebracht, und zwar sind die dunkeln Strahlen auf beyden Seiten des prismatischen Farbenbildes in Ansehung ihrer chemischen Wirkungen von entgegengesetzter Beschaffenheit.

269. Daß das Licht einen großen Einfluß auf die Erscheinungen in der Natur habe, fällt in die Augen. Schon der Wechsel von Tag und Nacht, von Sommer und Winter bringt auffallende Veränderungen zuwege. Es ist aber nicht ausgemacht, daß diese blos von dem Unterschiede der Wärme

herrühren, wenn dieser uns gleich am fühlbarsten ist. Unzählige Erscheinungen sind mit Lichtentwickelungen verbunden. Wir sind aber nicht im Stande, zu entscheiden, auf welche Art das Licht sich mit den Körpern verbinden oder von ihnen trennen könne, und überhaupt ob es bey jenen Erscheinungen als Ursache oder Wirkung vorhanden sey.

270. So wichtig und brauchbar die optischen Gläser und Spiegel schon an sich sind, so werden sie uns doch noch vorzüglich schätzbar und nützlich durch den Gebrauch, den man von ihnen zur Verfertigung der optischen Werkzeuge gemacht hat. Gewissermaßen gehören hieher schon die Brillen und Augengläser, deren schon oben Erwähnung geschehen ist. Noch mehr die einfachen Mikroskope. Vorzüglich aber diejenigen Werkzeuge, die aus mehrern Gläsern, oder aus Gläsern und Spiegeln zusammengesetzt sind.

271. Die einfachen Mikroskope bestehen aus einem erhabenen Glase von kurzer Brennweite. Man braucht sie, um Gegenstände zu betrachten, die so klein sind, daß man sie sehr nahe ans Auge halten muß, damit sie unter einem hinlänglich großen Sehwinkel erscheinen. Alsdann aber sind die Strahlen, die von jedem Punkt derselben ans Auge kommen, so sehr divergent, daß das Auge sie nicht auf der Netzhaut wieder vereinigen kann.

Man kommt ihm also mit einem erhabenen Glase von starker Brechungskraft zu Hülfe, wodurch die Strahlen so gebrochen werden, als ob sie aus der Entfernung kämen, in der man gewöhnlich Sachen von geringer Größe deutlich sieht. Man rechnet dieß bey einem gesunden Auge auf 8 Zoll. So vielmal aber der Gegenstand weiter vom Auge erscheint, als er wirklich ist, so vielmal scheint er nach der Länge, Breite und Dicke vergrößert.

1. Da bey einem gesunden Auge der Gegenstand in den Brennpunkt des Mikroskops oder doch sehr nahe dabey gehalten werden muß, und das Mikroskop wiederum dicht vor das Auge, so schätzt man die Vergrößerung nach jeder Dimension so groß, als die Brennweite des Mikroskops in 8 Zollen enthalten ist.

2. Wie unsicher gewöhnlich die bloße Schätzung der Vergrößerung und die Vergleichung des vergrößerten Gegenstandes mit andern Gegenständen ist.

272. Die einfachen Mikroskope müssen desto kleiner werden, je stärker sie vergrößern sollen. Sind sie aber sehr klein, so können sie nur wenig Licht fassen, und zeigen daher die Gegenstände nicht deutlich genug. Deßhalb hat man zu den zusammengesetzten seine Zuflucht genommen, die eine sehr verschiedene Einrichtung haben können. Gemeiniglich bestehen sie aus drey erhabenen Gläsern, von denen das vordere, welches zunächst ans Object gehalten wird, das Objectivglas, das

mittlere das Collectivglas, und das obere das Ocularglas genannt wird. Ihre Stellung unter einander kann sehr verschieden seyn, und darnach ist ihre Vergrößerung und die Entfernung, in die das Object vom Objectivglase gebracht werden muß, verschieden.

1. Setzt man die Entfernung des deutlichen Sehens mit bloßem Auge = a, die Brennweite des Objectivs = b, das Collectivglas = c, das Ocularglas = d, und ist der Abstand der beyden letztern von einander = c + d, so ist die Vergrößerung $= \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$. In diesem Fall wird das Object in den Brennpunkt des Objectivs gebracht. Ist aber der Abstand des Collectiv- und Ocularglases anders, so muß das Object etwas weiter als die Brennweite vom Objectivglas gebracht werden. Diese Entfernung sey = e, die ihr entsprechende Vereinigungsweite = f, Abstand des Collectivs vom Objectiv = g, und Abstand des Coll. vom Ocular = h, so ist die Vergrößerung $= \frac{a}{c} \cdot \frac{f}{f-g} \cdot \frac{h-d}{d}$.

2. Gemeiniglich ist unter dem Objectivglase ein Planspiegel befindlich, der zur Erleuchtung des Objects dient, welches einigermaßen durchsichtig seyn muß.

3. Ein Mikroskop, das viele Vorzüge vereinigt, aber auch sehr zusammengesetzt ist, ist das Lampenmikroskop von Adams. (Neues Journ. d. Phys. I. S. 275 ff.

273. Eine andere Hauptklasse optischer Werkzeuge machen die Fernröhre aus, die sich wiederum in zwey Klassen theilen: 1) solche, die blos aus Gläsern; 2) solche, die aus Gläsern und Spiegeln zusammengesetzt sind. Von jeder dieser Klas-

sen unterscheidet man drey verschiedene Arten; nehmlich von der ersten Klasse 1) das holländische oder Galileische Fernrohr, 2) das astronomische oder Keplerische, 3) das terrestrische oder das Erdrohr. Von der zweyten Klasse oder der Klasse der Spiegeltelescope sind zu bemerken 1) das Newtonische, 2) das Cassegrainsche, 3) das Gregorysche.

274. Das Galileische Fernrohr besteht aus einem erhabenen Objectiv- und einem hohlen Ocular-Glase, die ungefähr in einer Entfernung, die der Differenz ihrer Brennweiten gleich ist, von einander abstehen. Es zeigt die Gegenstände aufrecht und so vielmal vergrößert, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Objectivs enthalten ist. Es ist aber keiner starken Vergrößerungen fähig, und wird daher gewöhnlich nur zu Taschen-Perspectiven gebraucht.

275. Das Keplerische Fernrohr besteht auch nur aus zwey Gläsern, die aber beyde erhaben sind. Das Ocular-Glas hat eine kürzere Brennweite als das Objectiv-Glas, und steht ungefähr so weit von ihm ab, als die Summe beyder Brennweiten ausmacht. Die Vergrößerung beträgt auch bey diesem so viel, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Objectivs enthalten ist. Es zeigt aber die Gegenstände verkehrt, und wird

daher nur zu astronomischen Beobachtungen gebraucht.

Man hat auch Fernröhre dieser Art mit zwey erhabenen Ocular-Gläsern.

276. Das Erdrohr, dessen Erfindung dem Pater Rheita zugeschrieben wird, ist gleichsam ein doppeltes astronomisches Fernrohr. Außer dem erhabenen Objectiv hat es drey erhabene Ocular-Gläser, wodurch man den Vortheil erlangt, daß die Gegenstände aufrecht erscheinen. Das Objectivglas und das ihm zunächst liegende Ocularglas stehen ungefähr um die Summe ihrer Brennweiten aus einander; eben so auch die beyden andern Oculargläser. Der Abstand des zweyten vom dritten aber ist gemeiniglich etwas größer als die Summe ihrer Brennweiten. Die Vergrößerung beträgt hier so viel als der Quotient der Brennweiten der beyden ersten Gläser mit dem Quotienten der Brennweiten der beyden letzten multiplizirt.

Auch diese Fernröhre werden bisweilen mit mehr als drey Oculargläsern verfertigt.

277. Ein wichtiger Umstand bey einem Fernrohre ist die Größe des Gesichtsfeldes und eine gehörige Helligkeit. Zu beyden wird eine hinlängliche Größe des Objectivglases (Apertur)

erfordert. Um die Deutlichkeit zu vermehren, wird nicht nur die Röhre inwendig schwarz angestrichen, sondern es werden auch Blendungen hineingesetzt, um die fremden Strahlen abzuhalten. Bey einfachen Objectivgläsern bedeckt man den Rand desselben, um die Undeutlichkeit, die aus der Abweichung der Strahlen wegen der Kugelgestalt, und aus der verschiedenen Brechbarkeit derselben entsteht, zu vermindern. Noch besser wird dieser Undeutlichkeit durch achromatische Gläser abgeholfen, wodurch überhaupt die Fernröhre ungemein verbessert worden sind.

Um die achromatischen Fernröhre hat ein englischer Künstler, Namens Dolland, große Verdienste, nach dessen Namen sie auch jetzt wohl noch genannt werden.

278. Unter den Spiegelteleskopen ist das Newtonische nicht nur der Zeit der Erfindung, sondern auch seiner Beschaffenheit nach das erste. Es besteht aus zwey Spiegeln und einem erhabenen Glase. Von den Spiegeln ist der eine ein Hohlspiegel, der andere ein Planspiegel. Jener vertritt die Stelle des Objectivglases, und ist das vornehmste Stück des Teleskops, doch ist er nicht vorne, sondern am Boden des Teleskops befindlich, das vorne offen ist. Der Planspiegel, der im Vergleich mit dem Hohlspiegel nur sehr klein seyn darf, und nahe bey dem Brennpunkte des Hohlspiegels noch

innerhalb seiner Brennweite, mitten in der Achse des Teleskops, und unter einem Winkel von 45° gegen dieselbe befestigt ist, dient dazu, das Bild eines entfernten Gegenstandes, das durch den Hohlspiegel gemacht wird, in den Brennpunkt des auf der Seite befindlichen Ocularglases zu werfen. Durch diese Einrichtung bekommt dieses Teleskop eine große Aehnlichkeit mit dem astronomischen Fernrohr. Es zeigt die Gegenstände ebenfalls verkehrt, und so vielmal vergrößert, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Hohlspiegels enthalten ist. Die Unbequemlichkeit, daß das Auge des Beobachters senkrecht auf die Achse des Teleskops gerichtet ist, hat bey astronomischem Gebrauch auch ihre großen Vortheile. — Zur Erleichterung des Aufsuchens ist außen an der Röhre ein kleines astronomisches Fernrohr, parallel mit der Achse des Teleskops angebracht, das der Finder oder Sucher heißt. — Diese Art der Teleskope ist neuerlich durch die Bemühungen von Herschel und Schröter zu großer Vollkommenheit gebracht werden.

Bey großen Teleskopen kann der Planspiegel weggelassen und das Ocularglas an der vordern Oeffnung zur Seite angebracht werden.

Die größten Teleskope dieser Art, die bis jetzt verfertigt worden sind, ist ein 40schuhiges von Herschel, und ein 25schuhiges von Schröter.

279. Das Cassegrainsche Teleskop hat an der Stelle des Planspiegels einen kleinen convexen Spiegel, der so gestellt ist, daß sein Brennpunkt über den Brennpunkt des Hohlspiegels hinausfällt. Das Ocularglas befindet sich in der Achse des Teleskops, und deßhalb muß die Mitte des Hohlspiegels durchbrochen seyn. Die Gegenstände erscheinen hierin ebenfalls verkehrt. Es ist nicht sehr in Gebrauch gekommen.

280. Hingegen ist das Gregorysche, das Gregory ein Paar Jahre nach der Erfindung der beyden erstern Arten verfertigen ließ, desto beliebter geworden. Es besteht aus zwey Hohlspiegeln und zwey erhabenen Oculargläsern. Der eine Hohlspiegel, der an die Stelle des Planspiegels im Newtonischen Teleskop getreten ist, ist nur klein, und um die Summe der Brennweiten beyder Spiegel von dem andern entfernt; die Oculargläser stehen ebenfalls um die Summe ihrer Brennweiten von einander ab und liegen in der Achse des Teleskops. Der größere Hohlspiegel muß daher ebenfalls in der Mitte durchbrochen seyn. Diese Einrichtung gewährt den Vortheil, daß das Auge des Zuschauers nach dem Gegenstande selbst gerichtet ist, und daß die Gegenstände aufrecht erscheinen. Die Aehnlichkeit, die dieses Teleskop mit dem Erdrohr hat, ist leicht zu erkennen; und auch

die Vergrößerung ist bey ihm auf eine ähnliche Art zu beurtheilen.

281. Alle Spiegelteleskope haben den Vorzug, daß sie keine Farben zeigen, und folglich der Verbesserung, die die Gläser bedürfen, nicht nöthig haben. Ueberdieß ist es eher möglich, Spiegel als Gläser von beträchtlicher Größe und Brennweite zu verfertigen, und daher sind die stärksten Fernröhre, die man bis jetzt zu Stande gebracht hat, Spiegelteleskope. Von der andern Seite ist nicht zu läugnen, daß es schwer ist, eine gute Spiegelmasse zu bekommen, und den Spiegeln die vortheilhafteste Gestalt und Politur zu geben; oder zu verhindern, daß die Spiegel an der Luft nicht rosten. Durch die achromatischen Fernröhre haben daher die Spiegelteleskope von ihrem Credit verloren, indem jene bey gleicher Größe mehr leisten als diese.

282. Der Nutzen, den die Mikroskope sowohl als die Fernröhre uns geleistet haben und noch leisten, ist unschätzbar. Unsere Kenntniß der Natur im Kleinen und im Großen hat unendlich dadurch gewonnen. Auch im gemeinen Leben leisten die Fernröhre zu Lande und zu Wasser, im Frieden und im Kriege sehr wichtige Dienste. — (Nachtfernröhre). — Von geringerm Nutzen zwar, aber deßhalb nicht ganz unwichtig, sind noch einige andere optische Werkzeuge, nehmlich: die Came-

ra obscura und clara, die Zauberlaterne und das Sonnenmikroskop.

283. Die Camera obscura besteht in einem dunkeln Kasten, in dessen oberer Fläche ein erhabenes Glas und über diesem ein Planspiegel unter einem Winkel von 45° gegen die Fläche befindlich ist. Die Strahlen der vor dem Spiegel liegenden Gegenstände werden von dem Spiegel auf das Glas geworfen, und von diesem wird auf dem Boden des Kastens ein Bild der Gegenstände gemacht. Man braucht sie daher, um Landschaften, oder andere in verschiedenen Entfernungen befindliche Gegenstände auf eine Ebene zu projiciren. Bey der Camera clara ist das erhabene Glas an der vordern Seite des Kastens und der Spiegel innerhalb desselben angebracht. Die Bilder zeigen sich an der obern Seite des Kastens, auf einem mattgeschliffnen Glase.

Das verfinsterte Zimmer.

284. Die Zauberlaterne (laterna magica), ein bekanntes Spielwerk, besteht ebenfalls aus einem Kasten, an dessen vordern Seite ein oder zwey erhabene Gläser in einer Röhre befindlich sind. Bringt man hinter diese innerhalb des Kastens gemalte Bilder in einer Entfernung, die etwas größer als ihre Brennweite ist, so entstehen

außerhalb desselben in einer größern Entfernung optische Bilder, die sich vergrößert und in entgegengesetzter Stellung zeigen. Man steckt daher die gemalten Bilder verkehrt hinein, damit die optischen aufrecht erscheinen. Um die Bilder innerhalb des Kastens zu erleuchten, wird inwendig eine Lampe angezündet, hinter welcher sich ein Hohlspiegel befindet, der die Lichtstrahlen gegen die gemalten Bilder wirft; da diese also von hinten erleuchtet werden, so müssen sie auf Glas gemalt seyn. In der obern Seite des Kastens ist eine Oeffnung oder ein Aufsatz, wodurch der Rauch der Lampe abgeführt wird.

285. Das Sonnenmikroskop weicht zwar in seiner Gestalt sehr von der Zauberlaterne ab, hat aber doch eine Einrichtung, die auf denselben Gründen beruht. Die Hauptsache desselben ist auch eine erhabene Linse, wiewohl von ungleich kleinerer Brennweite als bey der Zauberlaterne, die vorne an einer Röhre befindlich ist. Nahe hinter dieselbe, doch außerhalb ihrer Brennweite, wird der Gegenstand gebracht, den man vergrößert sehen will, und um ihn zu erleuchten, läßt man vermittelst eines Spiegels, der an dem andern Ende der Röhre angebracht ist, die Sonnenstrahlen darauf fallen. Das Bild wird dann, wie bey der Zauberlaterne, auf einer weißen Wand aufgefangen.

1. Durch das Sonnenmikroskop lassen sich eigentlich nur durchsichtige Gegenstände betrachten, von undurchsichtigen erhält man nur Umrisse. Doch schimmert auch das starke Licht durch viele Gegenstände hindurch, die sonst undurchsichtig scheinen. Vorzüglich schön bilden sich die Silhouetten des Gesichts oder anderer Theile des Körpers, die man in den Lichtkegel bringt, ab.

2. Die Vergrößerungen, die man durch dieses Mikroskop hervorbringen kann, sind zwar ungeheuer, aber die Deutlichkeit der Bilder nimmt mit der Vergrößerung ab.

Siebenter Abschnitt.

Vom Feuer.

286. Das Feuer, das bey uns die vornehmste Quelle des Lichts ist, und, wie dieses, uns täglich seine Wirkung erfahren läßt, das wir nach Gefallen hervorrufen und vertilgen, und wovon wir den mannigfaltigsten Gebrauch machen, ist gleichwohl, wie das Licht, so räthselhafter Natur, daß man bis jetzt noch nicht im Stande gewesen ist, zu bestimmen, was es eigentlich sey, und daß man noch immer streitet, ob es eine eigenthümliche Materie, oder eine bloße Modification anderer Körper sey.

So sind gerade die gemeinsten Erscheinungen die wunderbarsten.

Die meisten Physiker drücken sich zwar über das Feuer so aus, als ob es eine eigenthümliche Materie sey, doch gestehen sie zum Theil, daß sie dieß nur zum Behuf einer verständlichen Erklärungsart thun; andere, wie Rumford, Davy, Scherer, behaupten die Immaterialität des Feuers.

287. Wir sehen wenigstens, daß das Feuer nie für sich allein erscheint, sondern daß es nur an gewissen Körpern haftet, und allemal von gewissen Veränderungen, die mit dem Körper vorgehen, begleitet ist. Auch ertheilt es einem Körper keinen bemerkbaren Zuwachs an Gewicht, und hat so wenig Beständigkeit, daß es eben so schnell verschwindet, als entsteht, so daß, wenn es auch etwas materielles ist, es doch zu den feinsten und flüchtigsten Stoffen gerechnet werden muß.

288. Alle Körper, die der Wirkung des Feuers ausgesetzt sind, werden dadurch erwärmt; wir können es daher als Ursache der Wärme ansehen. Ob aber alle Wärme in den Körpern vom Feuer herrührt, oder ob nur die schon vorhandene Wärme dadurch erhöht wird; ob es noch eine von dem Feuer verschiedene Ursache der Wärme giebt, ob diese einen Bestandtheil des Feuers ausmacht, oder ob sie nur unter gewissen Umständen als Feuer erscheint — alles das sind Fragen, die noch lange nicht entschieden sind. Da wir indessen häufig Wärme ohne Feuer wahrnehmen, so hat man die

Ursache der Wärme noch insbesondere Wärmestoff (calorique) genannt.

Da die Wärme so unmittelbar auf unser Gefühl wirkt, indeß die Ursache sich uns gänzlich verbirgt, so begreifen wir unter dem Namen Wärme auch oft die Ursache derselben. — Wenn im Folgenden Feuer oder Wärmestoff als Ursache der Wärme gesetzt werden, so soll dadurch nichts über die Natur dieser Ursache, noch über das Verhältniß beyder Prinzipe gegen einander bestimmt werden.

289. Der Grad der Wärme kann bey verschiedenen Körpern sehr verschieden seyn, davon überzeugt uns schon unser Gefühl; und selbst das, was wir im gemeinen Leben Kälte nennen, wird in der Sprache der Physik als ein geringer Grad der Wärme betrachtet. In diesem allgemeinen Sinne des Worts also besitzt ein jeder Körper einen gewissen Grad der Wärme, der sich unserm Gefühl offenbart, und in so ferne seine fühlbare oder freye Wärme, auch seine Temperatur genannt wird. Es läßt sich aber eben so wenig bestimmen, welches der absolut-höchste, als welches der niedrigste Grad derselben ist; denn die wenigsten Körper können eine große Veränderung ihrer Temperatur vertragen, ohne ihren ganzen Zustand zu ändern. Und einen Körper aller Wärme zu berauben, haben wir eben so wenig Mittel, als den Zustand eines gänzlichen Wärmemangels, wenn er möglich wäre, zu erkennen.

290. Wenn zwey Körper von ungleicher Temperatur zusammengebracht werden, so entsteht nach und nach ein Gleichgewicht ihrer freyen Wärme, oder diese wird in beyden gleich groß. Der eine Körper verliert und der andere gewinnt dabey an Wärme. Es ist also eben so, als ob der Wärmestoff aus dem einen Körper in den andern überginge, oder als ob die Wärme des einen sich dem andern mittheilte. Diese Mittheilung geschieht, unter übrigens gleichen Umständen, desto schneller, je größer der Unterschied in der Temperatur beyder Körper ist. Sie erfolgt daher im Anfange am schnellsten, und mit jedem Augenblicke später immer langsamer.

Die Mittheilung der Wärme ist eine von den wirksamsten Ursachen der unaufhörlichen Veränderungen der Körper. So wie durch unzählige Localursachen das Gleichgewicht der Wärme gestört wird, so strebt die Natur, es durch diese gegenseitige Mittheilung beständig wieder herzustellen.

291. Diese Mittheilung der Wärme ist auch die Ursache, daß sich die Temperatur der Körper unserm Gefühl offenbart. Denn entweder wird die Wärme unsers eigenen Körpers durch einen andern vermehrt oder vermindert, oder sie bleibt ungeändert. Im ersten Fall nennen wir den Körper warm, im zweyten kalt, im dritten scheint

er uns weder warm noch kalt. Auch urtheilen wir aus der Größe und Schnelligkeit der Mittheilung von dem Grad der Wärme oder Kälte.

1. Da die Temperatur unsers Körpers nicht immer gleich ist, so kann ein Körper bey einerley Temperatur uns doch zu einer Zeit warm und zu einer andern kalt scheinen. So scheinen Keller im Winter warm, im Sommer kühl. — Auch sind die bedeckten Theile unsers Körpers gemeiniglich wärmer, als die unbedeckten; daher kann Wasser, in das wir die Hand tauchen, uns warm zu seyn scheinen, und wenn wir mit dem Leibe hineinkommen, ist es uns kühl. — Nöthige Vorsicht beym Gebrauch warmer Bäder.

2. Einige Physiker haben die Kälte von einer eigenthümlichen Materie herleiten wollen.

292. Unser Gefühl ist ein unsichres Mittel zur Bestimmung der Temperatur der Körper. Gleichwohl können wir viele Erscheinungen in der Natur unmöglich richtig beurtheilen, wenn wir nicht im Stande sind, den Grad der Wärme und Kälte, der dabey statt findet, genauer zu bestimmen. Folglich ist ein hierzu taugliches Werkzeug eine Sache von Wichtigkeit für den Physiker, und ein solches ist das Thermometer.

293. So einfach dieses Instrument aussieht, so lange hat es gleichwohl gedauert, ehe man es zu seiner jetzigen Vollkommenheit gebracht hat, und so viel Schwierigkeit macht noch immer die Verfertigung desselben. Man hat es auf mancherley

Weise einzurichten gesucht, alle Arten desselben aber gründen sich darauf, daß die Körper sich in der Wärme ausdehnen und in der Kälte zusammenziehen. Die Luft, der Weingeist und das Queckſilber besitzen diese Eigenschaft in einem hierzu tauglichern Grade, als andere Körper, und sind daher auch am meisten zu Thermometern gebraucht worden.

Die Luft ist für die Einwirkungen der Wärme und Kälte am empfindlichsten, und dehnt sich am regelmäßigsten aus; die Luftthermometer aber haben ihre Unbequemlichkeit, weßhalb sie nicht allgemein in Gebrauch gekommen sind. Der Weingeist hat den Vortheil, daß er sehr schwer gefriert, und ist daher in hohen Graden der Kälte vorzüglich brauchbar. Sonst dehnt er sich nicht so gleichförmig aus, wie das Queckſilber, das daher zu den gewöhnlichen Thermometern den Vorzug vor allen andern Materien verdient.

294. Eine Hauptschwierigkeit bey dem Thermometer war, ihm eine allgemein verständliche Skale zu geben, und allen einen so viel möglich übereinstimmenden Gang zu verschaffen. Fahrenheit war der erste, dem dieses gelang; daher die von ihm eingeführte Skale vielen Beyfall fand, und bis auf den heutigen Tag gebraucht wird. Indessen fand doch Reaumür eine noch sicherere Eintheilungs-Methode, und gab daher der Skale selbst eine andere Abtheilung, die ebenfalls noch immer geltend ist. Ueberhaupt hat man sein Ver-

fahren zur Verfertigung der Thermometer-Skalen nachgehends durchgängig beybehalten, wenn man gleich in der Wahl der Materie häufig von ihm abgewichen ist, und in der Eintheilung der Skale selbst leider! noch vielerley Veränderungen gemacht hat.

1. Siedpunkt — künstlicher und natürlicher Gefrierpunkt.

2. Nach Fahrenheits Thermometer gefriert das Wasser bey 32°, die Wärme des menschlichen Bluts ist 96°, die Hitze des kochenden Wassers 212°. Nach Reaumür ist der Gefrierpunkt des Wassers = 0, die Hitze des kochenden Wassers = 80°. Folglich verhalten sich die Reaum. zu den Fahrenh. Graden wie 9 : 4. — Die Grade über Null werden durch +, die Grade unter Null durch — bezeichnet.

3. Um höhere Grade der Hitze zu bestimmen, hat man verschiedene Arten von Werkzeugen, die man Pyrometer nennt. Unter diesen verdienen die von Musschenbroek, von Wegdwood, von Lavoisier und la Place (calorimètre) vorzüglich bemerkt zu werden.

4. Alle diese Werkzeuge sind nicht absolute, sondern nur relative Wärmemesser.

295. Durch Hülfe der Thermometer ist man erst in Stand gesetzt worden, genauere Beobachtungen über die Mittheilung der Wärme zu machen. Man konnte bald wahrnehmen, daß verschiedene Körper von gleicher Temperatur, die einem gleichen Grade der Hitze ausgesetzt wurden, sich nicht immer in gleichen Zeiten gleich stark er-

wärmten, oder daß die Wärme sich ihnen nicht mit gleicher Leichtigkeit mittheilte. Dieß zeugte also von einer verschiedenen Empfänglichkeit der Körper für die mitgetheilte Wärme, und diese nannte man ihre Leitungsfähigkeit, so wie man die Körper selbst in gute und schlechte Wärmeleiter unterschied.

Es ist leicht zu erachten, daß es sehr verschiedene Grade der Leitungsfähigkeit giebt, und daß daher unter den guten und schlechten Wärmeleitern eine große Verschiedenheit statt findet. Zu den guten Wärmeleitern gehören die Metalle, zu den schlechtern Glas, Holz, Wolle, Pelzwerk, Wasser, Luft.

Ein Gesetz, wornach sich die Leitungsfähigkeit der Körper bestimmen ließe, ist noch nicht bekannt.

296. So wie ein guter Wärmeleiter die Wärme eines andern Körpers mit Leichtigkeit aufnimmt, so nimmt auch ein Theil desselben die Wärme des andern mit Leichtigkeit auf, das heißt: die Wärme verbreitet sich leicht durch den ganzen Körper, wenn sie nur einem Theil desselben mitgetheilt wird. Das Gegentheil geschieht bey den schlechten Wärmeleitern. Auf der andern Seite verlieren auch die guten Wärmeleiter ihre Wärme leichter, oder erkalten schneller, als die schlechtern Wärmeleiter. Ueberhaupt besitzen jene die Fähigkeit, sich mit den sie umgebenden Körpern leicht auf einerley

Temperatur zu setzen; diese hingegen die Fähigkeit, ihre eigene Temperatur hartnäckiger zu behaupten.

1. Biot über das Gesetz, wornach die Wärme sich durch feste Körper verbreitet. Annalen d. Phys. XVII. — Um eine Eisenstange von 2, 6 Metres an dem einen Ende nur um 1° zu erwärmen, müßte man das andre Ende auf 23984° erhitzen — eine Hitze, die das Eisen nicht annehmen kann.

2. Der Umstand, daß die guten Wärmeleiter auch schnell wieder erkalten, scheint der Vorstellung nicht günstig zu seyn, als ob die Wärmeleitung von einer chemischen Anziehung herrühre. Denn dieselbe Kraft, die den Wärmestoff anzöge, würde ihn auch zurückhalten. Die stärkere Anziehung gegen den Wärmestoff scheint also eher die Eigenschaft der schlechtern Wärmeleiter zu seyn, indeß die guten sich leidend gegen ihn verhalten, und ihm einen freyen Ein- und Ausgang gestatten.

297. Aus der verschiedenen Leitungsfähigkeit der Körper entspringen eine Menge von Erscheinungen die Wärme betreffend. Die Eigenschaft unserer Kleidungen, der Pelze, der Betten, uns zu wärmen, liegt darin, daß sie dem Körper seine Wärme nur langsam entziehen, und sie eben so langsam an die Luft übergehen lassen. Der Verlust an Wärme kann also indessen aus dem Innern des Körpers wieder ersetzt werden. Eben so dient der Schnee, als ein schlechter Wärmeleiter, die natürliche Wärme der Erde zurück zu halten, und dadurch das Erfrieren der Pflanzen zu verhindern. Metalle

scheinen uns heißer oder kälter als Holz von gleicher Temperatur, weil sie uns ihre Wärme schneller mittheilen, oder die unsrige schneller entziehen, als dieses. Ein Drath von mäßiger Länge läßt sich nicht an dem einen Ende mit der Hand halten, wenn das andere Ende glühend gemacht wird, hingegen kann man eine brennende Fackel in der Hand tragen.

1. Man versieht daher metallene Gefäße häufig mit einem hölzernen Griff. Nach Rumford ist es besonders die zwischen den Kleidern, Haaren oder Federn stagnirende Luft, welche die Wärme zurückhält.

2. Sind Pelze wärmer, wenn die Haare nach außen, als wenn sie nach innen gekehrt sind? Rumford behauptet das erstere, und er hat wenigstens das Verfahren der Natur für sich, die kein Thier mit einwärts gekehrten Haaren hervorzubringen pflegt.

298. Ein Gegenstand von besonderer Wichtigkeit bey der Mittheilung der Wärme ist der Grad der Temperatur, der dadurch zwischen den verbundenen Körpern entsteht. Wenn gleichartige Körper von gleicher Temperatur vereinigt werden, so bleibt ihre Temperatur auch nach der Vereinigung dieselbe, die Massen der Körper mögen gleich oder ungleich seyn. Das Gleichgewicht der Wärme hängt also nicht von der absoluten Menge des Wärmestoffs, sondern, wie bey einer elastischen Flüssigkeit, von dem Grade seiner Spannung ab. Hieraus folgt,

daß, wenn die Körper vor der Vermischung verschiedene Temperaturen haben, ihre Temperatur nach der Vermischung sich findet, wenn man das Gewicht eines jeden mit seiner Temperatur multiplizirt, und die Summe dieser Producte durch die Summe der Gewichte dividirt.

Man nennt dieß die Richmannische Regel. — Zu den Versuchen braucht man am besten Flüssigkeiten, doch wird viel Vorsicht dabey erfordert.

299. Sobald aber die zu vermischenden Körper von verschiedener Art sind, so kann man sich dieser Regel nicht mehr mit Sicherheit bedienen. Der Wärmestoff, den der eine Körper verliert, bringt alsdann in dem andern nicht immer den nehmlichen Grad der Wärme hervor, selbst wenn die Körper keine merkliche chemische Wirkung auf einander ausüben. Folglich werden nicht alle Körper, auch wenn ihre Massen gleich sind, durch dieselbe Menge von Wärmestoff in gleichem Maße erwärmt; folglich kann man auch aus der Gleichheit der Temperatur verschiedenartiger Körper von gleichem Gewicht nicht auf gleiche absolute Mengen von Wärmestoff in ihnen schließen.

Ein Pfund Leinöl von 70° Fahr. mit einem Pfund Wasser von 100° gemischt sollte, nach der Richmannschen

Regel, eine Mischung von 85° geben, giebt aber eine von 90°. Indem also das Wasser um 10° abnimmt, wächst die Wärme des Leinöls um 20°, oder, dieselbe Menge von Wärmestoff, die das Wasser um 10° erwärmt, kann das Leinöl um 20° erwärmen.

300. Die Fähigkeit eines Körpers, von einer gewissen Menge von Wärmestoff in einem gewissen Grade erwärmt zu werden, heißt seine Capacität. Je weniger aber ein Körper von einer gewissen Menge von Wärmestoff erwärmt wird, desto mehr Wärmestoff scheint er fassen zu können, folglich desto größer ist seine Capacität; und umgekehrt: je mehr er dadurch erwärmt wird, desto kleiner ist die Capacität. Könnte man nun mit Sicherheit annehmen, daß die Capacität eines Körpers sich in verschiedenen Temperaturen nicht änderte, oder, daß gleiche Mengen von Wärmestoff den Körper immer um gleich viele Grade erwärmten: so könnte man aus dem Verhältniß der Capacitäten zweyer Körper und aus ihrem Gewicht auf das Verhältniß der absoluten Mengen von Wärmestoff in ihnen schließen.

1. Das Verhältniß der absoluten Mengen von Wärmestoff bey gleichem Gewicht der Körper heißt ihre spezifische Wärme, und diese verhält sich, unter der angenommenen Voraussetzung, wie die Capacitäten.

2. So ist nach dem obigen Beyspiel die Capacität des Wassers zu der des Leinöls wie 2 : 1.

301. Worauf auch die Capacität eines Körpers beruhen mag, so hängt sie doch von der Beschaffenheit desselben ab, und kann sich daher mit dieser zugleich ändern. Aendert sich aber die Capacität eines Körpers, so muß sich auch seine Temperatur ändern, ohne daß die absolute Wärmemenge in ihm vermehrt oder vermindert wird. Wird nehmlich die Capacität größer, so wird die Temperatur niedriger; und nimmt jene ab, so wächst diese. Hier sehen wir also eine ergiebige Quelle von Veränderungen der Temperaturen der Körper, die in ihnen selber liegt. Wir können daher die daraus entspringende Wärme oder Kälte eine ursprüngliche, im Gegensatz der mitgetheilten, nennen.

1. Worin besteht die Aenderung der Capacität? Ist es eine veränderte Ziehkraft des Körpers gegen den Wärmestoff, oder ist es eine veränderte Beschaffenheit der zur Aufnahme des Wärmestoffs tauglichen Poren? Das letztere kann wohl nur als bildliche Vorstellung gelten.

2. Wenn ein Paar Körper sich chemisch mit einander vereinigen, so ändert sich ihre natürliche Beschaffenheit, und dieß kann eine Aenderung ihrer Capacität zur Folge haben. Daher sind Auflösungen gemeiniglich mit einer Aenderung der Temperatur verbunden (170). Die Chemie giebt eine Menge von Mischungen an die Hand, die von einer beträchtlichen Erhöhung oder Verminderung der Temperatur begleitet sind.

302. So wie mit der Veränderung der Capacität eines Körpers seine Temperatur sich ändert,

so ändert sie sich auch auf eine ähnliche Art, wenn das Volumen des Körpers geändert wird. Dehnt sich ein Körper plötzlich in einen größern Raum aus, ohne seine absolute Wärmemenge zu vermehren, so wird er kälter; preßt man ihn hingegen zusammen, so wird er wärmer. Bey keinem Körper läßt sich dieses besser wahrnehmen, als bey der Luft.

1. Man hat schon sonst beobachtet, daß ein Thermometer unter dem Rezipienten der Luftpumpe fällt, wenn die Luft verdünnt wird; und daß es steigt, wenn man die Luft wieder zuläßt. Man schrieb jedoch alles auf die Entstehung und Zerstörung der Dünste. Ganz neuerlich aber hat man diese Erscheinung durch die schönen Versuche von Mollet, der durch Comprimirung der Luft sogar Schwamm angezündet hat, besser kennen gelernt. (Annalen der Phys. XVIII.)

2. Wie bringt Ausdehnung Kälte, und Zusammenpressung Wärme hervor? Diese Fragen sind noch nicht genügend beantwortet. Ist es im erstern Fall der erweiterte Wirkungskreis, wodurch die Kraft der Wärme in jedem Punkt geschwächt, und im letztern die Verengerung desselben, wodurch die Kraft verstärkt wird?

303. Nicht weniger merkwürdig ist die Entstehung der Wärme durch Reiben, die sich vielleicht ebenfalls aus einer Zusammenpressung der geriebenen Körper erklären läßt. Denn eine chemische Wirkung scheint hierbey um so weniger statt zu finden, als es beynahe einerley ist, was für Körper

an einander gerieben werden, wofern sie nur so beschaffen sind, daß sie eine hinlängliche Reibung gestatten. Auch bringen andere gewaltsame Zusammenpressungen, als Hämmern, Schlagen, Stoßen, eine ganz ähnliche Wirkung hervor. Freylich ist die Zusammenpressung hierbey im Ganzen nur gering, und scheint im Vergleich mit dem, was bey Zusammenpressung der Luft geschieht, der dadurch hervorgebrachten Wirkung kaum angemessen; indessen sind auch die geriebenen Körper viel dichter, als die Luft, und was dort durch einen einzigen Stoß ausgerichtet werden kann, erfordert hier meistens eine beträchtliche Summe von Stößen.

Uebrigens ist das Reiben eine der gemeinsten Arten, Wärme zu erregen, die unter den verschiedensten Formen angewandt wird. Denn vom Händereiben, wenn uns friert, bis zum Feueranschlagen ist alles dieselbe Erscheinung. Im letztern Fall ist zwar auch schon ein einziger Schlag hinreichend, um eine Entzündung zu bewirken; der Stahl aber ist auch, als ein sehr elastischer Körper, der Zusammenpressung vorzüglich fähig, und das Herabfallen der Funken durch die Luft vertritt gewissermaßen die Stelle des Anblasens.

304. Durch das Reiben können manche Körper bis zum Entzünden erhitzt werden, und die Entzündung selbst ist als der höchste Grad der Erhitzung anzusehen. Häufig wird sie durch Mittheilung fremden Feuers von außen hervorgebracht, allein auch in diesem Fall ist das Feuer, das bey

der Verbrennung selbst zum Vorschein kommt, kein mitgetheiltes, sondern ein ursprünglich entwickeltes. Folglich muß es schon vorher in den Körpern, die bey der Verbrennung ins Spiel kommen, vorhanden gewesen seyn, nur in einem Zustande, worin wir sein Daseyn nicht bemerken, worin es sich uns wenigstens nicht durch Hitze und Glanz zu erkennen giebt; und in diesem Zustande nennen wir es — gebunden.

Von vielen Dingen in der Natur machen wir uns einen Begriff nach dem, was den stärksten Eindruck auf unsere Sinne macht; allein das erschöpft nicht eben ihr Wesen. Beym Feuer sind wir gewohnt ans Brennen zu denken — eine Wirkung, die es gerade am seltensten ausübt.

305. Es ist schon eine alte Erfahrung, daß ohne Luft kein Feuer bestehen könne; allein noch nicht so lange ist es, daß man bestimmt hat, auf welche Art die Luft daran Theil nimmt. Nicht die Luft überhaupt ist dabey wirksam, sondern nur das Sauerstoffgas in derselben. Dieses aber spielt auch die Hauptrolle bey der Verbrennung, indem es durch den brennenden Körper zersetzt und seines Sauerstoffs beraubt, das in ihm enthaltene Feuer aber eben dadurch frey gemacht wird (202.). Die Verbrennung ist folglich ein chemischer Prozeß, wodurch der Wärmestoff des Sauerstoffgases ausgeschieden wird.

306. Zur Zersetzung des Sauerstoffgases wird ein Körper erfordert, der einer nähern Verwandtschaft zum Sauerstoff fähig ist, als dieser zum Wärmestoff hat. Und solche Körper heißen überhaupt brennbare Körper. Diese sind entweder einfache oder zusammengesetzte; und darnach läßt sich die Verbrennung selbst in eine einfache oder zusammengesetzte unterscheiden. Im erstern Fall verbindet sich der brennende Körper selbst mit dem Sauerstoff, und bildet mit ihm einen neuen Körper, der nach Verschiedenheit des erstern verschieden ist. Man kann also eigentlich nicht sagen, er werde zerstört, noch weniger, er werde verzehrt. Die Zersetzung des Sauerstoffgases aber läßt sich bey einer abgeschlossenen Quantität von Luft theils aus der verminderten Menge derselben nach der Verbrennung, theils aus der Beschaffenheit der noch rückständigen Luft wahrnehmen. Reines Sauerstoffgas kann durch Verbrennung gänzlich zerstört werden (202.).

1. Es ist noch nicht lange, daß man die Brennbarkeit der Körper einem eigenen ihnen beygemischten Wesen, dem Brennbaren oder Phlogiston, zuschrieb, dessen Existenz die neuere Chemie bestritten hat.

2. Der Phosphor, der Schwefel, die Metalle sind einfache brennbare Stoffe; auch der Diamant scheint hieher zu gehören (181.). Mit der Verbrennung des letztern hat man neuerlich sowohl in England, als in Frankreich und Deutschland mancherley

Versuche gemacht, und sie theils durch Brenngläser, theils durch künstliches Feuer zu Stande gebracht.

307. Da die Verwandtschaften der Körper bey verschiedenen Temperaturen nicht immer dieselben bleiben (162.), so darf es uns nicht befremden, daß die Verwandtschaft der meisten brennbaren Körper zum Sauerstoff bey der gewöhnlichen Temperatur der Luft nicht stark genug ist, das Sauerstoffgas zu zersetzen, und daß es hierzu erst einer Erhitzung bedarf. Der Grad derselben ist indessen bey verschiedenen Stoffen verschieden. Gemeiniglich bringt man ihn durch das Anstecken hervor, das wirklich schon der Anfang der Zersetzung selbst ist. Die dadurch entstehende Wärme ist hinreichend, um die zunächst liegenden Theile des angezündeten Körpers so zu erhitzen, daß sie den Prozeß fortsetzen können.

Phosphor entzündet sich bey einer Erhitzung von 76° Fahr., Schwefel bey 302°.

308. Die zusammengesetzten brennbaren Körper geben auch bey der Verbrennung eine zusammengesetztere Erscheinung. Hier ist es nicht der ganze Körper, der die Zersetzung des Sauerstoffgases bewirkt, sondern nur einer oder der andere seiner Bestandtheile, und zwar gemeiniglich der Wasserstoff, der eine große Verwandtschaft

zum Sauerstoff hat. Durch die Erhitzung des anzuzündenden Körpers wird Wasserstoffgas aus ihm entwickelt, und zugleich so erhitzt, daß es sich mit dem Sauerstoffgas zersetzt. Die dadurch entstehende Hitze ist hinreichend, den Prozeß, wie bey den einfachen Körpern, fortzusetzen. Zugleich verflüchtigen sich dadurch noch andere Bestandtheile des Körpers, und gehen als Dampf und Rauch davon, und was sich nicht verflüchtigt, bleibt als Kohle oder Asche zurück.

1. Wenn daher gleich die zusammengesetzten brennbaren Körper sehr verschieden sind, so ist doch das Product, das aus Verbindung des Wasserstoffs und Sauerstoffs entsteht, bey allen einerley, nehmlich Wasserdampf. Uebrigens aber sind die Producte des Verbrennens nach der verschiedenen Beschaffenheit der Körper verschieden. Enthält der Körper Kohlenstoff, so trägt auch dieser zur Zersetzung des Sauerstoffgases bey, und es entsteht Luftsäure.

2. Beym Verbrennen des Holzes werden durch die große Hitze noch eine Menge brennbarer Theile verflüchtigt, die sich theils als Ruß ansetzen, theils mit dem Rauch davon gehen. Man hat daher Küchen und Oefen so einzurichten gesucht, daß alles Brennbare in dem Holze wirklich verbrannt und die Hitze gehörig genutzt werde.

3. Die neu erfundene Thermolampe ist eine Einrichtung, die flüchtigen Stoffe aus dem Holze durch die Hitze herauszutreiben, ohne das Holz selbst in Brand zu stecken; alsdann die brennbare Luft von den übrigen verflüchtigten Stoffen abzusondern, sie durch Röhren in die freye Luft zu leiten, und hier beym Eintritt in dieselbe anzuzünden. Schon Priestley hat aus Holz-

spähnen in einem Flintenlauf brennbare Luft entwickelt, ohne das Holz anzuzünden.

4. Das Fett besteht aus Wasserstoff, Kohlenstoff und etwas Sauerstoff, und erfordert schon einen hohen Grad der Erhitzung, um sich zu entzünden. Der Docht in unsern Lichtern hat den Nutzen, den Prozeß des Verbrennens einzuleiten, und immer nur wenig geschmolzenes Fett auf einmal herbey zu ziehen und der Hitze der Flamme auszusetzen, wodurch es zersetzt und zur fernern Unterhaltung der Flamme geschickt gemacht wird. — Mit der Verbrennung der Oele ist es ganz auf dieselbe Weise beschaffen. Nach de Luc entzündet sich Baumöl bey einer Hitze von etwa 650° Fahr. — Der Weingeist hingegen entzündet sich bey einem viel geringern Grad der Hitze, und die Menge des in ihm enthaltenen Kohlenstoffs mildert seine Flamme und macht sie bläulich. Ganz reiner Weingeist (Alcohol) enthält so wenig wässerige Theile, daß Schießpulver, das damit angefeuchtet wird, sich gleichwohl entzünden läßt.

309. Wenn Körper zusammengemischt werden, die brennbare Stoffe enthalten, und chemisch auf einander wirken, so kann die Capacität der Mischung sich so sehr vermindern, und folglich ihre Temperatur sich so sehr erhöhen, daß der brennbare Stoff hinlänglich erhitzt wird, um das Sauerstoffgas zu zersetzen, oder um sich zu entzünden. Diese Art von Selbstentzündung, wie sie genannt wird, erfolgt bey manchen Mischungen plötzlich, bey andern allmählich.

Rauchende Salpetersäure mit etwas Schwefelsäure gemischt, und Terpentinöl entzünden sich, wenn sie zusammengegossen werden, plötzlich und mit einer so hef-

tigen Flamme, daß der Versuch viele Vorsicht erfordert. — Nasses Heu auf einen Haufen gepackt, geröstete Kleyen in leinenes Tuch gewickelt, Wolle, Hanf oder Flachs mit Oel benetzt und zusammengeballt, gemahlener Kaffee in Leinewand geschlagen, können sich nach und nach entzünden.

310. Mit dem Verbrennen der Körper hat das Athmen der Thiere große Aehnlichkeit, indem dadurch ebenfalls das Sauerstoffgas zersetzt und der Wärmestoff desselben entbunden wird. Daher entsteht durch das Athmen Wärme. Alle Thiere, die mit Lungen versehen sind, haben ein warmes Blut. Das Blut aber kommt in den Lungen mit der eingeathmeten Luft in Berührung, und bringt die Zersetzung derselben zu wege. Der frey gewordene Wärmestoff wird theils vom Blute aufgenommen, theils zur Bildung von Wasserdampf und Luftsäure, die wieder ausgeathmet werden, angewandt.

Auch die Beschaffenheit des Blutes ändert sich durch die Aufnahme des Sauerstoffes. Die ausgeathmete Luft ist zum fernern Athmen untauglich.

311. Eine sehr wirksame Ursache der Wärme ist endlich auch das Licht — doch ist die Verbindung zwischen beyden noch räthselhaft. Wir sehen, daß ein hoher Grad von Wärme in Licht, und ein hoher Grad von Licht in Wärme übergeht. Ob

aber das Licht nothwendig mit Wärme verbunden ist, oder Wärme nur da statt findet, wo Licht, wenn gleich nicht eben im Zustande des Leuchtens, vorhanden ist — läßt sich noch nicht entscheiden. Daß Herschel auch beym Sonnenlichte dunkle Strahlen entdeckt hat, die Wärme erregen, ist schon oben (267.) angeführt worden.

1. Das Licht bringt nur dann in einem Körper Wärme hervor, wenn es nicht durch ihn hindurchgeht, noch von ihm zurückgeworfen wird. Bekannt ist der Versuch von Franklin mit gleich großen Tuchläppchen von verschiedener Farbe, die er auf frisch gefallenen Schnee in den Sonnenschein legte, und von welchen das dunkelste nach und nach am tiefsten einsank, folglich am meisten erwärmt wurde.

2. De Luc's Hypothese vom Licht als Ursache der Wärme.

3. Die Verbindung von Licht und Wärme ist es eigentlich, die wir Feuer nennen, und da wir uns unter dem Feuer gemeiniglich einen höchst flüchtigen und beweglichen Stoff denken, so wird die auflodernde Flamme von vielen wohl für das Feuer selbst angesehen. Die Flamme ist aber nichts anders als ein Haufen verflüchtigter glühender Theilchen des brennenden Körpers — bey den zusammengesetzten brennbaren Körpern entzündetes Wasserstoffgas — oft noch mit andern dunkeln Theilen vermischt. Feuer an sich allein, als etwas für sich bestehendes, bekommen wir nie zu Gesicht.

312. Der Wärmestoff zeigt seine Aehnlichkeit mit dem Lichte auch dadurch, daß er sich strahlenförmig verbreitet, und auf ähnliche Art wie das Licht von andern Körpern zurückgeworfen wird.

Diese merkwürdige Eigenschaft desselben ist nicht nur durch den bekannten Versuch von Pictet mit zwey einander gegenüber gestellten Hohlspiegeln — in deren einen Brennpunkt ein glühender Körper, und in den andern ein Stückchen Zündschwamm gelegt wird, wovon das letztre sich durch die von den Spiegeln zurückgeworfenen Wärmestrahlen des erstern entzündet — auf eine auffallende Weise dargethan, sondern auch durch die vielfältig abgeänderten Versuche von Herschel bestätigt worden.

Den letztern zufolge werden die Wärmestrahlen auch gebrochen. (Annalen d. Phys. VII. X. XII.). Pictets Versuch über das Feuer. — Scheinbare Zurückwerfung der Kälte. — Rumfords erkältende Strahlen. (Annalen d. Phys. XVII.).

313. Auf welche Art indessen auch die Wärme in einem Körper erregt wird, ob durch Mittheilung oder ursprünglich, so sind die Wirkungen derselben immer einerley, und hängen nur von dem Grade der Wärme und der Beschaffenheit des Körpers ab. Eine der allgemeinsten Wirkungen ist, wie schon oben bemerkt worden, die Ausdehnung der Körper. Diese ist zwar überhaupt desto größer, je stärker der Grad der Wärme ist, übrigens aber geschieht sie weder bey allen Körpern in gleichem Grade, noch bey einem und ebendemselben

auf eine gleichförmige Weise, einige wenige Körper vielleicht ausgenommen. Bey abnehmender Wärme zieht sich der Körper wieder zusammen, doch erlangen die wenigsten Körper bey demselben Grade der Erkältung immer dasselbe Volumen.

1. Ein Gesetz, wornach die Ausdehnung der Körper durch die Wärme bestimmt werden könnte, ist nicht bekannt. — Durch die Wärme werden die Körper spezifisch leichter; dieß ist besonders bey den Flüssigkeiten bemerklich.

2. Aendern die Körper durch Erwärmung oder Erkältung ihren Aggregat-Zustand, so kann die obige Regel schon eine Ausnahme erleiden, wenn sie sich dieser Aenderung nähern. So fängt Wasser an sich auszudehnen, wenn es beynahe gefrieren will (196.).

3. Der Thon zieht sich durch die Hitze zusammen, indem dadurch die Feuchtigkeit aus ihm vertrieben wird. Daher Wegdwood's Pyrometer.

4. Schlechte Wärmeleiter können, wenn sie erwärmt werden, sich an einer Seite ausdehnen, indeß sie an der andern sich wenig oder gar nicht verändern. Daher krümmt sich z. B. Papier über dem Feuer, ein Glas auf einen heißen Ofen gesetzt, oder mit heißem Wasser gefüllt, springt.

314. Die elastischen Flüssigkeiten werden durch die Wärme vorzüglich stark ausgedehnt, und dadurch wird zugleich ihre Elastizität verstärkt. Wenn daher ein Theil der gemeinen Luft erwärmt wird, so wird er spezifisch leichter, als die ihn umgebende Luft, und steigt in ihr in die Höhe.

Folglich dringt die zunächst liegende Luft in seine Stelle. Dadurch entstehen Bewegungen in dieser leicht beweglichen Flüssigkeit, die sich bisweilen sehr weit verbreiten können.

Eine fest zugebundene schlaffe Blase über ein Feuer gehalten, dehnt sich so stark aus, daß die Blase gesprengt werden kann.

Aus der Bewegung der erwärmten Luft erklärt sich der Zug in den Kaminen, die spitze Gestalt der Lichtflamme, die große Hitze über der Flamme, in Vergleich mit der an der Seite, die schnelle Erwärmung der Luft in einer geheizten Stube.

315. Einen merkwürdigen Gebrauch von der Ausdehnung der Luft durch die Wärme hat man bey den Luftballons gemacht. Die erste Art derselben, deren Erfinder die Gebrüder Montgolfier waren, wurde durchs Feuer gehoben, oder mit einer durch Feuer verdünnten Luft gefüllt. Sie hat den Vorzug vor der andern Art (206.), daß es zu ihrer Füllung nicht der kostbaren Zubereitung eines künstlichen Gases bedarf, und daß man durch Verstärkung oder Dämpfung des Feuers sie mit leichter Mühe höher heben oder niederlassen kann. Auf der andern Seite aber erfordert sie einen Vorrath von Brennmaterialien zur Unterhaltung des Feuers, wodurch der Ballon beschwert wird, und wird bey der leichten Entzündbarkeit

der Stoffe, aus denen der Ballen besteht, durch das Feuer selbst gefährlich.

1. Die Erfindung der Luftballons fällt in das Jahr 1783, und die erste Luftfahrt geschah den 21. November 1783 durch Pilatre de Rozier und den Marquis d'Arlandes.

2. Man hat verschiedentlich beyde Arten der Füllung zugleich angewandt, und einen Ballon mit brennbarer Luft über einem andern, der durchs Feuer gehoben wurde, angebracht. Allein diese Versuche sind bis jetzt nicht glücklich gewesen. Bey dem ersten der Art gerieth der Ballon in Brand, und die Luftschiffer (Pilatre de Rozier und Romain) stürzten aus der Luft herab. Bey einem andern entzündete sich der zur Unterhaltung der Flamme bestimmte Spiritus, und der Schiffer (Graf Zambeccari) kam nur mit genauer Noth davon. Auch scheint diese Verbindung eben so gewagt, als wenn man die brennenden Lunten unter die Pulverwagen stecken wollte.

3. Uebrigens hat diese Erfindung, die seit Jahrtausenden gewünscht und gesucht worden ist, den großen Erwartungen, die sie erregt hat, bis jetzt noch wenig entsprochen. — Eine große Unvollkommenheit ist noch der Mangel einer sichern Lenkung.

316. Es giebt viele feste Körper, die durch die Wärme flüssig gemacht oder geschmolzen werden können; und alle flüssigen Körper, die wir kennen, werden durch die Kälte in feste Körper verwandelt, oder gefrieren. Nur die Luftarten scheinen eine Ausnahme hiervon zu machen. Der Grad der Wärme oder Kälte, bey dem diese

Veränderung mit den Körpern geschieht, ist nach Verschiedenheit der Körper sehr verschieden.

Lichtenbergs Beobachtung, daß heißes Wasser mehr Tropfen giebt, als eine gleiche Menge kaltes, also flüssiger als dieses ist. — Auch giebt ein höherer Grad der Kälte manchen Körpern eine größere Sprödigkeit.

317. Der Wärmestoff, der einen festen Körper flüssig macht, trägt nichts dazu bey, seine Temperatur zu erhöhen; denn der geschmolzene Körper ist bey seiner Entstehung nicht wärmer, als der feste, wenn er im Begriff ist zu zerfließen. Der Wärmestoff hat also nicht blos die Eigenschaft, Wärme zu erregen, sondern auch den Zustand der Flüssigkeit hervor zu bringen. Wir nennen ihn aber in jedem Fall gebunden, wo er seine wärmeerregende Kraft verliert. Folglich findet sich in allen Flüssigkeiten Wärmestoff in größerer oder geringerer Menge gebunden. Wo also Flüssigkeiten gebildet werden, da wird Wärmestoff gebunden; folglich muß dadurch eine Verminderung der Temperatur oder Kälte entstehen; umgekehrt aber muß Wärmestoff frey werden, oder Wärme entstehen, wenn flüssige Körper fest werden.

1. Ueber das Gefrieren des Wassers und das Schmelzen des Eises hat man schätzbare Beobachtungen. Wird

das Eis bis zu 32° Fahr. erwärmt, so tritt es in den Zustand, wo es sich mit dem Wärmestoff zu Wasser verbindet. Die Menge von Wärmestoff, die erforderlich ist, um es wirklich in Wasser zu verwandeln, beträgt auf 140° Fahr., und gleichwohl hat das Wasser selbst nicht mehr als 32°. Folglich enthält eiskaltes Wasser eine Menge Wärmestoff in sich, die, wenn sie plötzlich frey würde, hinreichend wäre, es in heißes Wasser zu verwandeln. Gefriert daher das Wasser, so wird diese Wärme wirklich frey.

2. Es ist eine bekannte Erfahrung, daß, wenn man eine Bouteille gefrornen Wein in kaltes Wasser setzt, der Wein aufthaut und das Wasser zum Theil gefriert. Hier macht der Wein, der kälter als 32° Fahr. ist, daß das Wasser unter seinen Gefrierpunkt sinkt, und daher anfängt zu gefrieren. Die dadurch frey werdende Wärme wird von dem Wein als dem kältern Körper aufgenommen und gebunden, und dieser dadurch zum Theil aufgethaut. Dieser Prozeß des Gefrierens und Aufthauens geht so lange fort, bis der Wein gänzlich aufgethaut ist; ja das Wasser wird auch alsdann noch fortfahren zu gefrieren, bis die Temperatur des flüssigen Weins auf 32° Fahr. erhöht ist.

Gefrornes Wasser läßt sich nicht auf diese Art aufthauen.

318. Wenn man fortfährt, einen flüssigen Körper zu erhitzen, so fängt er endlich an zu kochen. Diese Erscheinung besteht darin, daß die Flüssigkeit in eine wallende Bewegung geräth, indem sich Dämpfe in die Höhe heben, die eine unsichtbare elastische Flüssigkeit bilden. Zugleich steigen von der Oberfläche eine Menge sichtbarer Dünste auf, die sich ebenfalls in der

Luft verlieren. Der Grad der Hitze, bey dem diese Wirkung erfolgt, ist theils nach Verschiedenheit des flüssigen Körpers, theils nach Beschaffenheit des Drucks der Atmosphäre verschieden.

Was wird aus den sichtbaren Dünsten? Nach einigen werden sie von der Luft aufgelöst, nach andern verwandeln sie sich durch die Wärme der Luft ebenfalls in Dämpfe.

319. Eine besondere Aufmerksamkeit verdient in dieser Hinsicht das Wasser. Bey dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre kocht dieses bey einer Hitze von 212° Fahr. Wenn es nehmlich diesen Grad der Hitze erreicht hat, so erlangt es die Eigenschaft, sich mit dem neu herzutretenden Wärmestoff zu einer elastischen Flüssigkeit zu verbinden, die stark genug ist, den Druck der Atmosphäre auf das Wasser zu überwinden. Dringt also das Feuer von außen hinzu, so wird es von dem zunächst liegenden Wasser aufgefangen, und mit ihm zu Dämpfen vereinigt, die bey ihrem Emporsteigen dem übrigen Wasser die wallende Bewegung ertheilen, die ein charakteristisches Merkmal des Kochens ist. Die Entstehung der Dämpfe ist zugleich ein Hinderniß, daß das übrige Wasser nicht heißer als 212° Fahr. werden kann, so groß auch das Feuer seyn mag, das man umher anbringt. Daher ist die Temperatur

des kochenden Wassers als ein fester Punkt in der Thermometer-Scale anzusehen.

1. Durch die aufsteigenden Dämpfe und Dünste wird die Menge des kochenden Wassers vermindert, daher der Ausdruck im gemeinen Leben, das Wasser koche sich ein.

2. Um Wasser kochend heiß zu erhalten, wird viel weniger Feuer erfordert, als um es in wirklichem Kochen zu erhalten; daher Rumfords Vorschlag zur Ersparung der Feurung in den Küchen.

Wasser in Wasser kann nicht zum Kochen gebracht werden.

Ein offenes zinnernes Gefäß mit Wasser schmilzt über dem Feuer nicht, und sogar in Papier läßt sich Wasser zum Kochen bringen.

3. Nicht alle Flüssigkeiten haben, wie das Wasser, die Eigenschaft, daß ihre Temperatur durch fortgesetztes Kochen nicht erhöht wird.

320. Da die Dämpfe des kochenden Wassers sich nicht eher erheben können, als bis sie den Druck der Atmosphäre zu überwinden im Stande sind, dieser aber sich nicht immer gleich bleibt, so ist auch die Kraft der elastischen Dämpfe, und folglich auch der Grad der zu ihrer Bildung erforderlichen Hitze nicht immer gleich groß. Bey größerm Druck ist eine stärkere Hitze nothwendig, bey geringerm Druck eine schwächere hinreichend. Hiernach ist die Temperatur des kochenden Wassers wirklich nicht ganz unveränderlich. Doch beträgt die Veränderung gewöhnlicher Weise nicht

viel. Man kann sie aber durch Kunst auf beyden Seiten sehr vergrößern, nehmlich durch verstärkten Druck auf die Oberfläche des Wassers die Hitze erhöhen, und durch verminderten Druck sie schwächen.

1. Nöthige Correction bey Verfertigung der Thermometer-Scalen.

2. Wasser oder andre Flüssigkeiten in verschlossenen Gefäßen einer beträchtlichen Hitze auszusetzen, ist sehr gefährlich, weil die Elastizität der eingeschlossenen Dämpfe so groß werden kann, daß sie auch die stärksten Gefäße zersprengt. — Papins Versuch, mit Wasser wie mit Pulver zu schießen (Uffenbachs merkwürdige Reisen. 1ster Th.). — Knallkügelchen.

Im Papinianischen Topf läßt sich das Wasser so erhitzen, daß Knochen darin weich werden. — Von den Bemühungen, diesen Topf zum ökonomischen Gebrauch einzurichten.

3. Auf hohen Bergen, wo der Druck der Luft beträchtlich geringer ist, ist auch die Hitze des kochenden Wassers schwächer. Saussüre fand sie auf dem Gipfel des Montblanc nur 187° Fahr. — Achards Vorschlag, die Höhe der Berge durchs Thermometer zu messen.

Im Wasser- oder Pulshammer bringt schon die Wärme der Hand Aufwallungen hervor.

321. Das Wasser scheint überhaupt eine große Neigung zu haben, sich mit dem Wärmestoff zu vereinigen; denn wir sehen, daß es auch, ohne zu kochen, bey der gewöhnlichen Temperatur der Luft, und bey ungehindertem Druck derselben, nach und nach verfliegt. Diese Er-

scheinung kann wohl nicht auf Rechnung der Luft gesetzt werden, da sie ohne dieselbe noch schneller von statten geht. Hingegen hat die Wärme einen unverkennbaren Einfluß darauf. Es scheint also auch in diesem Fall sich eine Art von Dampf zu bilden, der zwar nicht die Elastizität der Dämpfe des kochenden Wassers, aber sonst im Wesentlichen einerley Eigenschaften mit diesen besitzt.

Diese Art von Dampf erhebt sich ruhig von der Oberfläche des Wassers, ohne merkliche Bewegung in ihm hervor zu bringen.

322. Bey der Verwandlung des Wassers in Dämpfe, die man als eine zweyte Art der Schmelzung ansehen kann, dehnt sich das Wasser in einen verhältnißmäßig sehr großen Raum aus, so daß es selbst die Luft an spezifischer Leichtigkeit übertrifft. Eine kleine Quantität Wasser ist daher schon zu einer beträchtlichen Menge von Dämpfen hinreichend. Erkältet man hingegen die Dämpfe bis unter die Temperatur, bey der sie entstanden sind, so fallen sie sogleich zusammen, und das Wasser stellt sich wieder her.

Hierauf gründet sich Wilke's sogenannte Luftpumpe.

Die Dämpfe des kochenden Wassers hat Hr. Prof. Schmidt 1470 mal leichter als das Wasser gefunden.

323. Die Eigenschaft der Dämpfe, durch vermehrte Hitze eine immer größere Kraft zu gewinnen, und durch Abkühlung sich wieder in Wasser zu verwandeln, hat zu der sehr wichtigen Erfindung der Dampfmaschinen, worunter man alle Arten von Maschinen versteht, die durch die Kraft der Dämpfe in Bewegung gesetzt werden, Veranlassung gegeben. Der eigentliche Erfinder derselben kann zwar nicht mit Zuverlässigkeit bestimmt werden; doch ist so viel gewiß, daß die ersten Maschinen der Art in England zu Stande gebracht worden, so wie sie daselbst bis jetzt am meisten in Gebrauch gekommen sind.

Um die Verbesserung der Dampfmaschinen haben Watt und Bolton große Verdienste.

324. Ungeachtet der Menge von Feuer, die das Wasser in sich aufnimmt, wenn es in den Zustand der Dämpfe übergeht, sind doch die Dämpfe nicht heißer, als das kochende Wasser selbst. Folglich wird das Feuer in den Dämpfen gebunden. Dasselbe geschieht auch, nur in geringerm Grade, bey den Dämpfen, die sich bey niedrigerer Temperatur aus dem Wasser erheben, auch wenn es nicht kocht (321.). Man kann daher überhaupt die Verdampfung als ein Mittel ansehen, freyen Wärmestoff unwirksam zu

machen, mithin unter gewissen Umständen Kälte hervor zu bringen. Umgekehrt wird durch Zerstörung der Dämpfe Wärmestoff frey, und es entsteht fühlbare Wärme.

1. Nach de Lüc's und anderer Beobachtungen beträgt die Menge gebundnen Wärmestoffs in den Dämpfen des kochenden Wassers über 900° Fahr. — Man kann daher durch die Hitze zersetzter Dämpfe anderes Wasser zum Kochen bringen. Gewöhnlich geht in unsern Küchen mit den aufsteigenden Dämpfen ein großer Theil der Hitze ungenützt davon. — In England hat man die Dämpfe mit Vortheil zur Heizung der Treibhäuser angewandt.

2. Um Getränke im Sommer kühl zu erhalten, umwickelt man die Gefäße mit einem feuchten Lappen und setzt sie der Sonne aus. — Im Orient erzeugt man sogar Eis durch Verdunstung von Wasser. — Taucht man die Kugel eines Thermometers selbst in warmes Wasser, und schwenkt es dann in der freyen Luft umher, so fällt es.

Die Ausdünstung des menschlichen Körpers ist ein Mittel, ihn abzukühlen, und so lange diese gehörig von statten geht, kann man sich sehr hohen Graden der Hitze ohne Nachtheil aussetzen.

3. Man kennt jetzt mancherley Mittel, um einen hohen Grad von Kälte hervor zu bringen — selbst Quecksilber gefrieren zu machen — und man kann die Wirksamkeit dieser Mittel sich theils aus einer vergrößerten Capacität, theils aus einer Schmelzung oder Verdampfung der gemischten Stoffe erklären.

325. Da das Wasser sich auch bey hohen Graden der Hitze durch diese allein nicht zersetzt, so wird es sowohl dadurch, als auch durch seine

übrigen Eigenschaften ein vorzügliches Mittel, das Feuer zu löschen. Alle Feuerlöschung gründet sich am Ende darauf, die Zersetzung des Sauerstoffgases in der atmosphärischen Luft zu verhüten; und diesen Endzweck erreicht man, theils wenn man die Luft von den brennbaren Körpern abhält, theils wenn man verhindert, daß diese sich so erhitzen, daß sie die Luft zersetzen können. Beydes wird durch das Wasser bewirkt. Denn indem es sich dicht an den brennenden Körper anlegt, und in alle Zwischenräume desselben dringt, hält es die Luft von der Berührung desselben zurück; und indem es sich in Dämpfe verwandelt, kühlt es den Körper ab, und bildet eine Art von feuchter Atmosphäre um ihn herum, wodurch die Luft noch mehr von ihm zurückgehalten wird.

1. Hieraus erhellet, daß man das Wasser nicht in die Flamme, sondern an den brennenden Körper selbst spritzen muß. — Auch durch andere Materien, die sich dicht an den brennenden Körper anlegen und sich nicht entzünden, z. B. Sand, Asche, kann man ein Feuer auslöschen. — Mit den Fingern oder der Lichtputze drückt man ein Licht aus. — Ein Feuer läßt sich aus- und anblasen.

Van Akens künstliches Feuerlöschungsmittel leistet nach van Marums Versuchen nicht mehr als bloßes Wasser.

2. Ein weniges Wasser in glühende Schmiedekohlen gespritzt, vermehrt die Gluth. Hier geht wahrschein-

lich eine Zersetzung des Wassers vor sich, wozu die Kohle sehr beförderlich ist.

3. Brennendes Fett oder Oel mit Wasser auszulöschen, ist nicht rathsam.

Achter Abschnitt.

Von der Elektrizität.

326. Die Elektrizität bietet uns eine neue Klasse von Erscheinungen und einen neuen Beweis von der vielfältigen Wirksamkeit der Körper nach ihren verschiedenen Verhältnissen und Verbindungen dar. Dieselben Körper, die, dem Licht ausgesetzt, leuchten, und, wenn sie gerieben werden, wärmen, entwickeln unter gewissen Umständen anziehende und zurückstoßende Kräfte, und bringen Erscheinungen hervor, die durch die Art ihrer Entstehung und durch ihre Beschaffenheit ans Wunderbare zu grenzen scheinen. Die Ursache dieser Erscheinungen, die Licht und Feuer in sich vereinigt, theilt mit diesen auch die Dunkelheit, die ihre Natur unsern Nachforschungen verbirgt.

327. Um diese Ursache in Wirksamkeit zu setzen, bedarf es bey vielen Körpern weiter nichts, als daß sie gegen einen andern, verschiedenartigen Körper gerieben werden. Alsdann er-

langen sie das Vermögen, andere Körper, gleichviel von welcher Beschaffenheit, anzuziehen, ihnen eine gleiche Kraft zu ertheilen, und sie dann wieder zurück zu stoßen. Bey der Annäherung beyder Körper gegen einander entsteht, wenn die Kraft nicht allzu schwach oder der Körper allzu klein ist, zwischen ihnen ein Funken, mit einem hörbaren Geräusch verbunden, der desto größer und wirksamer ist, je stärker die erregte Kraft ist. Auch unterscheidet sich der geriebene Körper wohl durch einen eigenthümlichen phosphorartigen Geruch. Alle diese Erscheinungen werden überhaupt elektrische Erscheinungen genannt.

Diese Benennung rührt vom Bernstein (electrum) her, an dem man diese Eigenschaften zuerst wahrgenommen hat. Eine Stange Siegellack oder Schwefel, ingleichen eine etwas starke Glasröhre, mit einem wollenen oder seidenen Lappen gerieben, sind nicht weniger geschickt zu diesen Versuchen.

328. Da die verschiedenartigsten Körper diese Erscheinungen auf eine ähnliche Weise zeigen, so kann man den Grund davon nicht in der Beschaffenheit der Körper selbst suchen. Man nimmt daher eine von ihnen selbst verschiedene, eigenthümliche Materie — die elektrische Materie — an, die, durch die Körper verbreitet, unter den gehörigen Umständen die genannten Erscheinungen hervorbringt. Und in der That ist nicht zu läugnen,

daß man dadurch wenigstens eine sehr schickliche Bezeichnung für jene wirksame Ursache einer zahllosen Menge von Erscheinungen erhält, wenn es gleich unausgemacht bleibt, ob wirklich eine solche Materie vorhanden sey, und worin ihre Natur bestehe.

329. Die Vorstellung, die man sich von der Beschaffenheit und Wirkungsart dieser Materie gemacht hat, ist nicht immer einerley gewesen. Da nicht alle Körper, wenn sie auf ähnliche Art, wie Bernstein, Glas oder Harz gerieben werden, elektrische Erscheinungen zeigen, so glaubte man auch, daß die elektrische Materie nicht in allen Körpern vorhanden wäre. Man theilte daher die Körper in elektrische und unelektrische, und verstand unter den letztern solche, die von Natur der elektrischen Materie beraubt wären. Die erstern hingegen sollten ihre Elektrizität, wie man glaubte, nicht eher zeigen, als bis die in ihnen enthaltene Materie durch Reiben oder andere Mittel in Bewegung gesetzt würde.

Es ist Schade, daß man das Wort elektrisch nicht blos von der Fähigkeit eines Körpers, durch Reiben elektrisirt zu werden, sondern auch überhaupt von einem jeden Körper braucht, in welchem die Elektrizität rege gemacht worden ist, ohne darauf zu sehen, auf welche Art dieß geschehen sey.

330. Mit dieser Vorstellungsart war eine andere, die Entstehung der Elektrizität betreffend, verbunden. Da man nehmlich bemerkte, daß auch die unelektrischen Körper elektrisirt werden können, wenn sie mit elektrisirten Körpern in Verbindung gesetzt werden, so glaubte man, es würde jenen die elektrische Materie von diesen mitgetheilt. Daher der Unterschied zwischen ursprünglicher und mitgetheilter Elektrizität, so wie die Benennungen idioelektrischer und symperielektrischer Körper.

331. In der Folge aber fand man, daß auch die für unelektrisch gehaltenen Körper unter gewissen Umständen durch Reiben elektrisirt werden können, und also wirklich nicht von elektrischer Materie frey sind. Dagegen zeigte sich ein anderer Unterschied zwischen ihnen und den sogenannten elektrischen Körpern, dieser nehmlich, daß die Elektrizität, die in jenen an irgend einer Stelle erregt wird, sich sogleich durch den ganzen Körper gleichförmig verbreitet, bey diesen hingegen fast nur an der Stelle haftet, an der sie unmittelbar erweckt wird; ingleichen, daß jene die mitgetheilte Elektrizität leicht aufnehmen, und leicht wieder fahren lassen, diese hingegen sie schwer annehmen, aber desto länger behalten. Man nannte daher jene Leiter, diese Nichtleiter der Elektrizität.

1. Die besten Leiter sind die Metalle, doch sind sie es nicht alle in gleichem Grade. Zu den Nichtleitern gehört das Glas, die Harze, der Schwefel, die Wolle, die Seide, die trockne gemeine Luft. — Es finden unzählige Abstufungen in der elektrischen Leitungsfähigkeit der Körper statt. Man hat daher für nöthig gefunden, die Halbleiter, dergleichen Marmor, trocknes Holz sind, noch besonders zu unterscheiden.

2. Ungeachtet der richtigern Eintheilung der Körper in Nichtleiter und Leiter hat man die andere in elektrische und unelektrische nicht ganz aufgegeben.

3. Die Elektrizität ist in ihrem Verhalten gegen die Körper der Wärme ähnlich, die auch von einigen leicht, von andern schwer aufgenommen und fortgeleitet wird.

332. Dieser Erfahrung zufolge nahm man also an, daß die elektrische Materie, wie der Wärmestoff, durch alle Körper der Erde verbreitet wäre, und, so wie dieser, das Bestreben habe, sich unter benachbarten Körpern ins Gleichgewicht zu setzen. Die Verschiedenheit der Leitungsfähigkeit der Körper macht die beständige Aufhebung und Wiederherstellung des Gleichgewichts möglich. Die elektrischen Erscheinungen aber entstehen nur da, wo das Gleichgewicht gestört und wiederhergestellt wird. Hierbey wirkt jedoch die elektrische Materie nicht blos als elastische Flüssigkeit; man hat ihr daher noch die Eigenschaft beygelegt, daß ihre Theile, die vermöge der Elastizität der Flüssigkeit sich bis auf einen gewissen Grad unter einander selbst zurück-

stoßen, von den Theilen anderer Körper angezogen werden.

Wären alle Körper vollkommene Leiter oder Nichtleiter, so würden keine elektrischen Erscheinungen statt finden.

333. Wie es indessen auch mit dieser Materie beschaffen seyn mag, so galt es wenigstens für eine allgemeine Regel, daß ein elektrisirter Körper einen unelektrisirten anzieht, und einen andern elektrisirten zurückstößt. Diese Regel gilt auch mit einer weiter unten (339.) zu bestimmenden Einschränkung noch immer, und ist ein Hauptgesetz der Elektrizität, worauf sich eine Menge elektrischer Erscheinungen gründen. Es ist dabey einerley, ob die Elektrizität eine ursprüngliche oder mitgetheilte ist; und die Stärke der Anziehung und Zurückstoßung steht im Verhältniß der Stärke der Elektrizität.

Nach Coulomb's Beobachtungen findet bey dem elektrischen Anziehen und Zurückstoßen das allgemeine Gesetz statt, daß sie sich umgekehrt verhalten, wie das Quadrat der Entfernungen.

334. Die Nichtleiter lassen sich bequem durch Reiben, die Leiter durch Mittheilung elektrisiren. Gleichwohl ist diese Regel nicht so zu verstehen, als ob nicht auch die Nichtleiter durch Mittheilung,

und die Leiter durch Reiben elektrisirt werden könnten. Nur muß man bey den letztern verhüten, daß die erregte Elektrizität nicht durch andere Leiter wieder abgeleitet werde. Man muß sie daher durch Nichtleiter umgeben oder isoliren. Dieß ist auch alsdann nöthig, wenn ihnen die Elektrizität mitgetheilt wird.

1. Da die Luft ein Nichtleiter ist, so braucht man einen Körper nur auf Glas oder Harz zu stellen, oder ihn in seidene Schnüre zu hängen, um ihn zu isoliren.

2. Der menschliche Körper gehört zu den Leitern der Elektrizität; es ist daher leicht zu begreifen, warum ein Stück Metall, das man mit der bloßen Hand hält und reibt, keine Elektrizität zeigt.

335. Die Stärke der Elektrizität oder die Spannung der elektrischen Materie läßt sich nicht durch fortgesetztes Reiben oder Mittheilen auf einen beliebigen Grad erhöhen, sondern sie hängt im erstern Fall von der Beschaffenheit und Größe der geriebenen Körper, und im letztern von der Stärke der Elektrizität desjenigen Körpers ab, durch den sie dem andern mitgetheilt wird. Sie kann in dem durch Mittheilung elektrisirten Körper nie größer werden, als sie in dem mittheilenden Körper ist — so lange wenigstens die freye Wirksamkeit der Elektrizität nicht gehemmt ist.

336. Bey der Mittheilung aber entsteht noch die Frage, wie sich die Stärke der Elektrizität in

verschiedenen Körpern bey gleichen Mengen der elektrischen Materie verhält. Und hier ist merkwürdig, daß es nicht sowohl auf die Masse oder Beschaffenheit der Körper, als auf die Größe ihrer Oberfläche ankommt. Eine metallene dichte Kugel und eine hohle von gleicher Größe erlangen durch dieselbe Menge elektrischer Materie auch gleiche Grade der Elektrizität. Selbst bey verschiedenartigen Körpern findet in dieser Rücksicht kein merklicher Unterschied statt, wenn sie gleiche Oberflächen haben. Es verhält sich also die Stärke der Elektrizität in verschiedenen Körpern wie die Mengen der elektrischen Materie dividirt durch die Oberflächen der Körper.

Hieraus folgt, daß sich die Mengen der elektrischen Materie wie die Stärke der Elektrizität multiplizirt mit der Oberfläche der Körper verhalten.

337. Bey gleicher Stärke aber kann die Elektrizität zweyer Körper von verschiedener Art seyn, so daß die Körper, anstatt einander zurück zu stoßen, einander anziehen, und wenn sie sich vereinigen, ihre Elektrizitäten sich gegenseitig vernichten oder aufheben. Diese Verschiedenheit der Elektrizitäten selbst hat man zuerst an Körpern beobachtet, denen man die Elektrizität von geriebenem Glase und geriebenem Harze mitgetheilt hatte.

Man nannte daher die eine Art die Glaselektrizität, und die andere die Harzelektrizität. Nachher aber fand man, daß dieser Unterschied viel allgemeiner zu bestimmen, und weder die eine Art dem Glase, noch die andere dem Harze ausschließend eigen sey. Jene wurde daher die positive, diese die negative Elektrizität genannt.

Die erstere Benennung rührt von Dufay, die letztere, die aus der Mathematik entlehnt ist, von Franklin her.

338. Nun entstand auch die Frage, ob diese beyden Arten der Elektrizität von zwey verschiedenen elektrischen Materien, oder von einer einzigen hervorgebracht würden. Franklin behauptete das letztere, und erklärte die positive Elektrizität durch einen Ueberschuß, die negative durch einen Mangel oder eine Verminderung der elektrischen Materie. Symmer und andere hingegen nahmen zwey verschiedene Materien an, von denen jede der Franklinischen Materie ähnlich wäre, die aber beyde einander anzögen und bänden. Lichtenberg bezeichnete die positive Elektrizität durch + E, die negative durch — E, wobey es unentschieden bleiben kann, welches die eigentliche Ursache von beyden sey.

Bis auf den heutigen Tag haben sich die Physiker hierüber nicht vereinigen können. Volta, dem die Lehre von der Elektrizität neuerlich das meiste zu verdanken hat, ist ganz für Franklin. Indessen gewinnt vielleicht die andere Meinung gerade durch seine Entdeckungen neue Stärke.

339. Das obige Gesetz (333.) muß also dahin abgeändert werden, daß nur gleichnamig elektrisirte Körper einander abstoßen, ungleichnamig elektrisirte hingegen einander anziehen. Diese Anziehung ist sogar noch stärker, als zwischen einem elektrisirten und gänzlich unelektrisirten Körper; und wenn ein positiv-elektrisirter Körper sich mit einem negativ-elektrisirten vereinigt, so verhalten sich ihre Elektrizitäten in der That wie entgegengesetzte Größe gegen einander, nehmlich: sie heben entweder einander gänzlich auf, oder die eine wird durch die andere aufgehoben, und diese dafür um so viel vermindert, als jene beträgt.

1. Bey der Bestimmung des Grades von Elektrizität, der durch die Vereinigung zweyer ungleichnamig elektrisirter Körper hervorgebracht wird, muß man nicht blos auf den Grad der Elektrizität eines jeden Körpers vor der Vereinigung, sondern auch auf die Menge der elektrischen Materie Rücksicht nehmen, (336.). Es sey der Grad der Elektrizität eines Körpers $= +E$, seine Oberfläche $= S$; ein anderer Körper habe einen Grad der Elektrizität $= -e$, und eine Oberfläche $= s$, so ist der Grad ihrer Elektrizität nach ihrer Vereinigung $= \frac{ES - es}{S + s}$.

2. Das Abstoßen negativ-elektrischer Körper von einander kann man nach Franklins System nicht ohne Beyhülfe der Luft erklären. Es wird nehmlich die elektrische Materie der Luft von den negativ-elektrischen Körpern auf allen Seiten angezogen; wegen der geringen Leitungsfähigkeit der Luft aber folgt sie diesem Zuge nicht so leicht, und daher bewegen sich ein Paar leicht bewegliche Körper gegen die Materie hin, nach der Seite, wo ein Uebergewicht der Anziehung statt findet. Dieß ist aber offenbar der Fall auf der entgegengesetzten Seite von der, welche die Körper gegen einander kehren. Sie bewegen sich also von einander abwärts, und scheinen sich daher zurück zu stoßen.

340. Das Verhältniß der beyden Arten der Elektrizität gegen einander wird dadurch noch merkwürdiger, daß die eine Art nie ohne die andere entsteht. Wenn ein Paar Körper durch Reiben gegen einander elektrisch werden, so wird der eine positiv-, der andere negativ elektrisch. Es scheint also, daß der eine etwas erhält, was der andere verliert. Das Reiben wirkt aber nicht, wie bey Erregung der Wärme, nur als mechanisches Mittel; denn es ist nicht einerley, was für Körper an einander gerieben werden. Derselbe Körper kann gegen einen gerieben positiv, und gegen einen andern gerieben negativ elektrisch werden. Bisweilen ist selbst eine geringe Verschiedenheit in der Beschaffenheit der Oberfläche des geriebenen Körpers, oder selbst in der Art des Reibens hinreichend, die eine Art der Elektrizität in die entgegengesetzte zu verwandeln.

1. Nach Franklins System erhält der positiv-elektrische Körper eben die Materie, welche der negative abgiebt; nach Symmer findet eine Wechselwirkung statt: beyde geben und verlieren. Es findet also auch bey der ursprünglichen Elektrizität eine Mittheilung statt.

2. Blankes Glas mit einem wollenen oder seidenen Tuche gerieben, wird positiv, mattgeschliffenes wird negativ. — Nach Wilke bringt Quecksilber in einem Federkiel verschiedene Elektrizitäten hervor, je nachdem es nach dem einen oder andern Ende bewegt wird.

3. Wenn zwey Körper an einander gerieben einerley Elektrizität zeigen, wie man bisweilen gefunden haben will, so ist die Frage, ob nicht ein dritter Körper dabey ins Spiel kommt, gegen den beyde gerieben werden.

4. Wie bringt Reiben Elektrizität hervor? Zur Aufklärung dieser Frage ist bis jetzt noch wenig geschehen. Vielmehr hat man geglaubt, jede andere Art der Entstehung von Elektrizität auf ein Reiben zurückführen zu müssen, als ob dadurch die Sache erklärt wäre. Wir sehen aus der Voltaischen Säule, von welcher weiter unten die Rede seyn wird, daß Körper bey ihrer bloßen Berührung durch uns unbekannte Kräfte, und auf eine noch unerforschte Weise einen elektrischen Zustand in einander hervorbringen. Durch das Reiben können also ein Paar Körper in diese genaue Berührung gebracht werden, wobey ihre innern Kräfte auf einander wirken, und diesen Zustand von Elektrizität erzeugen. Die Bewegung kann vielleicht diesen Prozeß, so wie manche andere chemischen Prozesse, befördern.

341. Ein vortreffliches Mittel, den Gang der Elektrizität bey ihrer Entstehung durch Reiben zu beobachten und eine Menge elektrischer Erscheinungen hervorzubringen, sind die Elektrisirma-

schinen. Diese sind zwar erst seit der Mitte des abgewichenen Jahrhunderts in Gebrauch gekommen, seit der Zeit aber auch mit so vielem Eifer verfertigt und verbessert worden, daß man sie von der verschiedensten Einrichtung und einem hohen Grade der Vollkommenheit hat. Die wesentlichen Theile derselben sind 1) ein Nichtleiter, der durch Reiben elektrisirt wird; 2) ein Körper, an dem der erstere gerieben wird, ein Reibzeug oder Kissen; 3) ein Körper, der die durchs Reiben entstandene Elektrizität aufnimmt, der Conductor. Nach der Verschiedenheit der Materie oder Form des Nichtleiters werden die Maschinen selbst unterschieden. So hat man Glas-, Harz-, Zeug-Maschinen; ingleichen Kugel-, Cylinder-, Scheiben-Maschinen. Die Beschaffenheit des Reibzeugs richtet sich nach der Beschaffenheit des Nichtleiters. Der Conductor besteht gemeiniglich aus Messing-, Eisen- oder Kupferblech, oder auch aus Pappe mit Stanniol oder Goldpapier überzogen, und ruht auf einem Isolirgestell.

Gewöhnlich sind die gläsernen Cylindermaschinen am wirksamsten, und zu allen Zeiten am bequemsten zu gebrauchen. Doch ist die stärkste bis jetzt verfertigte Maschine eine gläserne Scheibenmaschine — die Haarlemer. Sehr brauchbar sind die Lichtenbergischen Rasch-Maschinen. Wenn diese gut verfertigt sind und am warmen Ofen stehen, so kann man, wie ich aus eigener

Erfahrung weiß, vier Zoll lange, im Zickzack fortschießende Funken aus ihnen erhalten.

342. Wird die Maschine in Gang gesetzt, so zeigt der Nichtleiter die eine Art der Elektrizität, und das Reibzeug die andere; der Conductor aber erhält die Elektrizität desjenigen von beyden, mit welchem er in Verbindung gesetzt wird. Nähert man alsdann dem Conductor die Hand oder einen andern leitenden Körper bis auf eine gewisse Weite, die man die Schlagweite nennt, und die nach der Stärke der Maschine verschieden ist, so entsteht zwischen beyden ein Funken, der ebenfalls desto größer und stärker ist, je größer die Schlagweite ist. Ist dabey die Maschine isolirt, so ist ihre Wirkung nur schwach, und sie erschöpft sich gleichsam in Kurzem. Wird aber das Reibzeug mit andern nicht isolirenden Körpern der Erde, und der Nichtleiter mit dem Conductor in Verbindung gesetzt, oder umgekehrt, der Conductor mit dem Reibzeuge und der Nichtleiter mit der Erde, so erlangt die Maschine ihre möglich größte Wirksamkeit, und wird, so lange man sie in Gang erhält, nicht erschöpft, wenn man auch noch so viele Funken aus dem Conductor zieht. Anstatt das Reibzeug oder den Nichtleiter mit der Erde in Verbindung zu setzen, kann man auch einen zweyten isolirten Conductor innerhalb der Schlagweite des ersten

stellen, und von ihm eine Leitung nach dem Reibzeuge oder Nichtleiter führen; man wird alsdann die Funken beständig von einem Conductor zum andern überspringen sehen, so lange die Maschine in Bewegung bleibt.

1. In dem letztern Fall scheint die elektrische Materie eine Art von Kreislauf zu bilden: entweder geht sie aus dem Reibzeuge in den Nichtleiter, aus diesem in den ersten Conductor, von da in den zweyten und durch die Leitung wieder in das Reibzeug; oder umgekehrt, aus dem zweyten Conductor in den ersten, von da in den Nichtleiter, dann in das Reibzeug und von hier wieder nach dem zweyten Conductor. Es entzieht also entweder der Nichtleiter dem Reibzeuge, oder das Reibzeug dem Nichtleiter beständig seinen Antheil elektrischer Materie. Daher ist in jenem Fall der Nichtleiter positiv, und das Reibzeug negativ; in diesem der Nichtleiter negativ, und das Reibzeug positiv. Diese Erscheinung war es vornehmlich, die Franklin zu seiner Hypothese vom Ueberfluß und Mangel der elektrischen Materie bewog. Es ist aber leicht einzusehen, wie sie auch mit dem dualistischen Systeme in Uebereinstimmung zu bringen ist.

2. Bey Glasmaschinen ist der Nichtleiter positiv, das Reibzeug negativ; bey Zeugmaschinen ist es umgekehrt. Gute Maschinen sind so eingerichtet, daß man dem Conductor beyde Arten der Elektrizität ertheilen kann.

343. Die Erscheinungen, welche die negative Elektrizität darbietet, sind im Ganzen die nehmlichen, welche sich bey der positiven zeigen: das elektrische Anziehen und Abstoßen erfolgt bey einer wie bey der andern; die Funken haben einerley

Ansehen, einerley Beschaffenheit und Wirkung. Man kann daher mit der einen ungefähr die nehmlichen Versuche wie mit der andern machen. Es scheinen sogar die Funken von dem negativen Conductor eben so gut auszuströmen, als von dem positiven. Wenigstens hat es bey Maschinen von mäßiger Größe dieses Ansehen, wenn es auch bey sehr großen anders seyn sollte.

1. Diese Gleichheit der Erscheinungen spricht zu Gunsten des Franklinischen Systems, weil es immer dieselbe elektrische Materie ist, die sie hervorbringt; und der Umstand, daß auch vom negativen Conductor die Funken auszuströmen scheinen, wird durch die außerordentliche Schnelligkeit derselben gerechtfertigt.

2. Dem dualistischen Systeme scheint es nachtheilig, daß zwey verschiedene Materien einerley Erscheinungen hervorbringen sollen; allein es ist eine unrichtige Vorstellung, die man sich von diesem Systeme macht, wenn man irgend eine elektrische Erscheinung als die Wirkung einer einzelnen elektrischen Materie ansieht. Bey einer jeden derselben wirken beyde Materien zusammen, und der Unterschied liegt nur darin, daß das einemal die positiv-elektrische Materie aus dem elektrisirten Körper, und die negativ-elektrische aus dem Körper kommt, der jenem genähert wird; das andremal umgekehrt. Diese Erklärung wird durch die Wirkungen der elektrischen Atmosphären, von denen weiter unten gehandelt wird, vollkommen bestätigt.

3. Einige elektrische Versuche.

a) Anziehen und Abstoßen: Puppentanz, Regen, Glockenspiel; Versuche mit einem Büschel von Haaren oder Glasfäden; mit einem Gefäß, in dessen Boden verschiedene Haarröhrchen befindlich sind.

b) Leuchtende Versuche: Funken; Schlangenröhre; Schrift; luftleerer Conductor — mit und ohne inwendig hineingehende Dräthe.

c) Zündende Versuche: Anzünden eines ausgelöschten noch glimmenden Wachsstocks; eines Löffels voll Spiritus; eines mit Naphtha getränkten Baumwollenflockens; der brennbaren Luft; (die Leichtigkeit, mit der diese sich entzündet, hat zur Erfindung der elektrischen Lampen Veranlassung gegeben, bey denen jedoch der weiter unten zu erklärende Elektrophor gebraucht wird;) der Knallluft — elektrische Pistole, Flinte, Kanone.

d) Versuche mit dem Isolirgestelle: Emporheben der Haare, indem man die Hand über den Kopf der isolirten Person hält; Empfindung, als ob Spinneweben über ihr Gesicht gezogen würden, wenn man mit der Hand vor demselben vorüber fährt; Ausziehen von Funken aus allen Theilen des Körpers; Bügeleisen; Anzünden von Weingeist mit dem Finger; Heiligenschein.

344. Die Eigenschaft gleichnamig elektrisirter Körper, einander desto weiter zurückzustoßen, je stärker ihre Elektrizität ist, hat zur Erfindung der Elektrometer, das ist, der Werkzeuge zur Messung der Stärke der Elektrizität, Veranlassung gegeben. Sie sind von sehr mannigfaltiger Einrichtung. Zu rohen Versuchen ist schon das Cantonsche, das aus zwey Korkkügelchen an einem leinenen Faden besteht, hinreichend. Genauer ist das Henlysche Quadrantenelektrometer, dem de Lüc eine allgemein verständliche Scale zu geben bemüht gewesen ist. Für sehr geringe Grade der

Elektrizität ist das Elektrometer von Saussüre, das von Bennet, und vorzüglich das Strohhalm-Elektrometer von Volta eingerichtet.

Alle diese Instrumente verdienen doch eigentlich den Namen der Elektrometer nicht, das Voltaische etwa ausgenommen. Für das Bennetische schlägt Lichtenberg eine verbesserte Einrichtung vor (Physikal. und mathemat. Schriften 4r Bd. S. 285 f.).

345. Die Elektrometer sind ein vorzügliches Hülfsmittel, um die Art der Elektrizität eines Körpers zu untersuchen. Theilt man nehmlich die Elektrizität eines Körpers den Kügelchen oder Blättchen des Elektrometers mit, so daß sie divergiren, und nähert darauf dem Deckel eine schwach geriebene Siegellackstange, so gehn die Kügelchen weiter aus einander, wenn ihre Elektrizität der Elektrizität des Siegellacks gleichartig ist; fallen hingegen zusammen, wenn es die entgegengesetzte Art ist. Bey einem elektrisirten Conductor kann man die Art der Elektrizität durch eine aufgesteckte metallene Spitze erkennen: ist die Elektrizität positiv, so erscheint an der Spitze ein leuchtender Büschel, einem Haarpinsel ähnlich; ist sie negativ, so ist nur ein kleiner Funken, der elektrische Stern genannt, an ihr sichtbar. Ein noch sicheres Unterscheidungsmittel aber sind die Lichtenbergischen Figuren, welche entstehen, wenn

man einen Funken auf eine dünne Harzplatte selbst, oder noch besser, auf einen metallenen Ring oder Knopf, den man auf die Platte gesetzt hat, schlagen läßt, und darauf die Stelle mit Hexenmehl oder einem feinen Harzpulver bepudert. War die Elektrizität positiv, so zeigt sich dann eine strahlenförmige, sonnenähnliche Figur; war sie negativ, so wird die Figur ein strahlenloser Kreis, oder die etwanigen Strahlen sind abgestumpft und von den Strahlen der positiven Elektrizität sehr verschieden.

346. Die metallenen Spitzen sind noch durch eine andere Wirkung merkwürdig: sie leiten nehmlich die Elektrizität von einem elektrisirten Körper eben so schnell ab, als sie sie einem andern zuleiten, oder, die elektrische Materie strömt eben so leicht durch sie aus, als sie von ihnen aufgenommen oder gleichsam eingesogen wird. Denn da die Luft eine Spitze fast von allen Seiten umgiebt, so nimmt sie nicht nur die Elektrizität derselben leicht auf, sondern setzt auch dem Durchgang der elektrischen Materie um so weniger Hinderniß entgegen, je feiner jene ist. Hierzu kommt noch, daß, sobald als die zunächst an die Spitze angrenzende Luft elektrisirt ist, sie von ihr zurückflieht, und neue Luft an ihre Stelle tritt, die ihrerseits ebenfalls der Spitze einige Elektrizität entzieht, und dann zurückgestoßen wird. Es entsteht daher eine Art

von Luftzug um die Spitze, der auch der elektrische Wind genannt wird, und stark genug ist, um ein leicht bewegliches Rädchen durch Rückwirkung in Bewegung zu setzen.

1. Elektrisches Flugrad nebst mancherley Maschinen, die dadurch in Bewegung gesetzt werden. — Der Zuleiter an dem Conductor einer Elektrisirmaschine besteht aus einigen scharfen Spitzen; außerdem aber müssen an den Elektrisirmaschinen scharfe Ecken vermieden werden, weil die Elektrizität durch sie, wie durch Spitzen, ausströmt.

2. So wie Spitzen die Mittheilung der Elektrizität befördern, so sind wohl abgerundete, und noch mehr, ganz flache Körper der Mittheilung hinderlich.

347. Auch das Einströmen der elektrischen Materie in Spitzen wird begreiflich, wenn man auf die Veränderungen Acht hat, die bey ihrer Annäherung gegen einen elektrisirten Körper in ihnen vorgehen. Diese lassen sich am besten im Dunkeln beobachten. Man bemerkt alsdann an der Spitze das elektrische Licht, und zwar den Stern, wenn der elektrisirte Körper positiv, und den Büschel, wenn dieser negativ-elektrisch ist. Folglich entsteht an der Spitze jederzeit die entgegengesetzte Elektrizität von der des elektrisirten Körpers; und diese kann wiederum desto leichter entstehen, je kleiner die Fläche ist, auf welche die Kraft des elektrisirten Körpers zu wirken hat, und

je weniger Widerstand die Luft dem Ausströmen der erregten Elektrizität entgegensetzt. Da nun entgegengesetzte Elektrizitäten ein starkes Bestreben sich zu vereinigen haben, so dringt die Elektrizität des Körpers in eben dem Verhältniß nach der Spitze über, als hier die entgegengesetzte Elektrizität erweckt wird.

Eine Spitze dient also auch, die Elektrizität eines Körpers zu untersuchen, indem man sie gegen denselben hält.

348. Diese Wirkung elektrisirter Körper auf andere, die ihnen genähert werden, schränkt sich jedoch nicht blos auf Spitzen ein, sondern gilt überhaupt von jedem Körper. Es ist eine allgemeine Regel, daß ein jeder Körper, der einem elektrisirten bis auf eine gewisse Entfernung genähert wird, an dem zugekehrten Ende die entgegengesetzte Elektrizität erlangt. Ist dieser Körper ein Leiter und ist er isolirt, so bekommt er zugleich an dem abgekehrten Ende die gleichnamige Elektrizität. Beyde Elektrizitäten, die zu gleicher Zeit in ihm statt finden, dauern indeß nur so lange, als er sich in der Nähe des andern Körpers befindet, und hören auf, sobald er von ihm entfernt wird. Man nennt diese Art von Elektrisirung eine Vertheilung, und den Raum um den elektrisirten Körper, innerhalb

dessen diese Wirkung statt findet, den Wirkungskreis oder die Atmosphäre desselben.

1. An einem kleinen hölzernen mit Goldpapier überzogenen Stabe, den man auf einem Isolirgestell in die Nähe eines elektrisirten Conductors, doch außerhalb seiner Schlagweite, stellt, läßt sich die elektrische Vertheilung sehr gut beobachten. Elektrisirt man ein kleines Stückchen Goldpapier, das an einem seidenen Faden hängt, an dem Conductor, so wird es von dem zugekehrten Ende des Stabes stark angezogen, und von dem abgekehrten Ende desselben abgestoßen. Ungefähr in der Mitte findet sich eine indifferente Stelle, wo die Elektrizität = Null ist.

2. Ein stark elektrisirter Körper kann sogar in einem andern auf gleiche Art, aber nur schwach elektrisirten Körper eine Vertheilung hervorbringen; alsdann wird er ihn anziehen, anstatt ihn zurück zu stoßen.

349. Das Gesetz der Vertheilung ist der wahre Schlüssel zur Erklärung elektrischer Erscheinungen. Jede Wirkung eines elektrisirten Körpers auf einen andern macht es nothwendig, daß dieser innerhalb des elektrischen Wirkungskreises von jenem gekommen sey; folglich erhält er sogleich an der zugekehrten Seite die entgegengesetzte Elektrizität. Daher das elektrische Anziehen nicht ein Anziehen der Körper selbst, sondern nur ihres + E und — E ist. Keine Mittheilung entsteht ohne vorhergegangene Vertheilung, und kein Funken kann ohne ein Zusammentreffen beyder Elektrizitäten hervorgebracht werden.

Wie bringt ein elektrisirter Körper in einem andern nicht elektrisirten Vertheilung hervor? Diese Frage, vielleicht eine der schwierigsten in der ganzen Elektrizitätslehre, wird nach beyden Systemen gewöhnlich ganz leicht beantwortet. Nach Franklin hat jeder Körper seinen natürlichen Antheil elektrischer Materie, und bey diesem zeigt er keine Elektrizität. Wird ihm ein elektrisirter Körper genähert, so wird die in ihm vorhandene Materie zurückgedrängt oder herbeygezogen, folglich entsteht an dem zugekehrten Ende Mangel oder Ueberfluß, und an dem abgekehrten das Gegentheil. Die elektrische Materie wird also hierbey ungleich vertheilt, daher die Benennung einer Vertheilung für die ganze Wirkung. Nach Symmer wird das $\frac{+}{-}$ E, das in jedem Körper vereinigt vorhanden ist, durch die Annäherung des elektrisirten Körpers getrennt, und eines von beyden herbeygezogen, das andere zurückgestoßen. So entstehen an beyden Enden entgegengesetzte Elektrizitäten.

Allein warum hält der Körper, der, nach Franklin, aus einem andern die elektrische Materie herbeyzieht, seine eigenthümliche nicht fest, da jede anziehende Kraft in der Berührung am stärksten wirkt, und verhindert dadurch die Vertheilung? Und wenn, nach Symmer, beyde elektrische Materien einander am stärksten anziehen, wie können sie durch die Dazwischenkunft einer von beyden getrennt werden? Sonst wird ein zusammengesetzter Körper nur vermittelst einer andern Materie, die mit einem von seinen Bestandtheilen eine nähere Verwandtschaft hat, als diese unter sich haben, zersetzt.

350. Man kann vermittelst der Vertheilung in einem isolirten Leiter auch eine bleibende Elektrizität erwecken, wenn man das eine Ende desselben mit dem Finger berührt, während das andere sich in der elektrischen Atmosphäre befindet, und wenn

man ihn gleich darauf aus der Atmosphäre heraus-bringt, oder die Atmosphäre vernichtet. Der Kör-per erhält dadurch die entgegengesetzte Elektrizität desjenigen Körpers, in dessen Atmosphäre er sich be-fand. Diese Wirkung der Vertheilung kann man noch besser vermittelst des Elektrophors zu Stande bringen. Setzt man nehmlich den Deckel desselben auf die geriebene und dadurch elektrisirte Basis, so wird seine natürliche Elektrizität ver-theilt, und die untere Seite positiv-, die obere ne-gativ-elektrisch. Hebt man ihn darauf an den sei-denen Schnüren oder dem isolirenden Griff ab, ohne ihn vorher berührt zu haben, so hört alle Elektrizität in ihm wieder auf, und es ist eben dasselbe, als wenn man den isolirten Leiter aus der elektrischen Atmosphäre rückt. Berührt man ihn aber, ehe man ihn abhebt, so zeigt er nach dem Abheben Elektrizität, und zwar die entgegengesetzte des Kuchens, nehmlich positive. Diese ist ihm also nicht von dem Kuchen mitgetheilt worden, son-dern er hat sie bey der Vertheilung durch die Be-rührung des Fingers auf ähnliche Art, wie der eben erwähnte Leiter in der elektrischen Atmosphäre, erhalten.

1. Da der Elektrophor eines von den Instrumenten ist, deren Anschaffung verhältnißmäßig am leichtesten ist, so kann hier die Beschreibung desselben entbehrt werden. Der erste Erfinder desselben ist wohl Wilke; seine jetzi-ge Einrichtung aber hat er von Volta erhalten.

2. Daß bey der Berührung des Deckels und Kuchens keine Mittheilung erfolgt, rührt theils von der flachen Gestalt beyder Körper, theils von der nichtleitenden Eigenschaft des Kuchens, theils von der beschränkten Wirksamkeit seiner Elektrizität her.

351. Die Elektrizität des Kuchens wird dadurch beschränkt, daß dieser verhältnißmäßig nur dünn ist, und in einer metallenen Form ruht, deren natürlicher Antheil von ± E durch die Elektrizität der Oberfläche des Kuchens ebenfalls vertheilt wird. Die vertheilende oder anziehende Kraft der Elektrizität wirkt hier, wie die Kraft eines Magnets, durch die dünne Harzplatte hindurch, und zieht das + E der Form gegen sich. Eine solche Wirkung wird um so eher möglich, wenn das — E der Form einen freyen Ausgang findet oder sich mit + E aus andern Körpern sättigen kann. Daher darf der Elektrophor nicht isolirt seyn, während die Oberfläche des Kuchens gerieben wird. Eben dieses + E der untern Seite aber wirkt auf das — E der obern zurück, indem beyde ein Bestreben haben, sich zu vereinigen, wenn gleich die wirkliche Vereinigung durch den nichtleitenden Kuchen selbst verhindert wird. So wird also die Elektrizität einer jeden Seite durch die Elektrizität der andern beschränkt oder zum Theil gebunden.

Isolirt man den Elektrophor, nachdem man ihn gerieben, und setzt alsdann erst den Deckel darauf,

so erscheint nicht blos dieser, sondern auch die Form elektrisch, und zwar ist jener negativ, diese positiv. Denn indem das — E der obern Fläche des Kuchens eine Vertheilung in dem unmittelbar darauf liegenden Deckel hervorbringt, wirkt es nicht mehr so stark auf das + E der andern Seite; dieses wird daher zum Theil wirksam oder frey, und zieht folglich das — E der Form an sich, stößt dagegen das + E derselben zurück. Berührt man alsdann Form und Deckel zugleich, so erhält man einen erschütternden Stoß, der stärker ist, als wenn man nur eines von beyden allein berührt hätte.

352. In einem noch höhern Grade findet diese gegenseitige Beschränkung der einen Art von Elektrizität durch die andere bey der Leydner Flasche statt. Hier sind die leitenden Flächen, die Belegungen, nur durch ein dünnes Glas getrennt, und daher kann die Elektrizität einer jeden Seite desto stärker auf die der andern wirken, ohne sich doch wirklich mit ihr zu vereinigen. Es ist daher auch möglich, die Elektrizität in einem solchen Instrumente gleichsam aufzuhäufen, und eine stärkere Wirkung dadurch hervor zu bringen, als durch den einfachen Funken der Elektrisirmaschine.

Man nennt daher auch diese Flaschen Verstärkungsflaschen, Ladungsflaschen. Ihre Erfindung wird einem Hrn. von Kleist, Domherrn in Pommern, zugeschrieben; aber durch Musschenbroek und Cunäus zu Leyden sind sie besonders bekannt geworden.

353. Um sie zu elektrisiren oder zu laden, kann man sie an der äußern Belegung in die

Hand fassen, und ihren Knopf gegen den Conductor einer Elektrisirmaschine halten. Mit jedem überspringenden Funken fühlt man eine Wirkung in der Hand wie von einem übergehenden Funken; und zum Beweis, daß wirklich an der äussern Seite Elektrizität entsteht, isolire man die Flasche, und bringe in einem kleinen Abstand von der äußern Belegung eine Ableitung an, so wird man bey jedem Funken auf den Knopf einen andern zwischen der äußern Seite und der Ableitung gewahr werden. Denn durch das $\pm$ E, welches die innere Belegung durch den Knopf von der Maschine erhält, wird an der äußern eine ebenmäßige Quantität $\mp$ E gebunden, und folglich das $\pm$ E derselben frey, welches dann in die Hand oder in die Ableitung übergeht. Ohne Ableitung auf einer Seite kann daher auch die Flasche nicht geladen werden.

1. Man kann die Flasche auch am Knopf anfassen, wenn man sie laden will, und die äußere Belegung an die Elektrisirmaschine halten.

2. Der elektrische Zustand der äußern Belegung ist jederzeit dem der innern entgegengesetzt: ist diese positiv, so ist jene negativ, und umgekehrt.

334. Verbindet man die äußere und innere Belegung einer geladenen Flasche durch irgend eine elektrische Leitung, so entladet sich die Flasche,

und der dadurch entstehende Schlag ist desto stärker, je mehr Funken man zur Ladung angewandt hat. Doch hat die Stärke für jede Flasche eine gewisse Grenze. Die leitende Verbindung zwischen beyden Belegungen heißt der Erschütterungskreis. Dieser kann unmittelbar von einer Belegung zur andern gehen, oder er kann durch Umwege geführt seyn; dieß hat auf die Stärke des Schlages keinen merklichen Einfluß. Die einseitige Berührung einer von beyden Belegungen hat keine Folge, doch wenn die Flasche nicht isolirt ist, und man faßt ihren Knopf an, so entladet sie sich in Kurzem, weil alsdann immer eine, wiewohl unvollkommene Leitung zwischen beyden Belegungen statt findet. Indeß geschieht die Entladung ohne erschütternden Schlag.

1. Bey der Entladung verbindet sich das + E der einen Seite mit dem — E der andern.

2. Durch den verstärkten Funken einer Flasche kann man ein oder mehrere Kartenblätter durchbohren, Drath schmelzen, Baumwolle mit Schwefelblumen oder zerstoßenem Harz bestreut anzünden, kleine Thiere tödten, einer ganzen Reihe von Personen den erschütternden Schlag auf einmal ertheilen. — Bey einem durchbohrten Kartenblatte ist der Rand des Löchelchens nach beyden Seiten aufgeworfen, weil das Blatt dem elektrischen Strome ein Hinderniß in den Weg setzt, wodurch eine augenblickliche Explosion nach allen Seiten hervorgebracht wird.

3. Man kann anstatt einer Flasche auch eine gläserne Platte belegen, und dann heißt es die Kleisti-

sche Platte, das elektrische Quadrat. — Hierauf gründet sich das elektrische Zaubergemälde.

4. Mehrere Flaschen zusammen verbunden machen eine elektrische Batterie, deren Größe nach dem Inhalt der belegten Fläche bestimmt wird.

355. Läßt man den Schlag einer Leydner Flasche durch einen isolirten Leiter gehen, so wird dieser dadurch weder positiv-, noch negativ-elektrisch; weil beyde Elektrizitäten, die sich hier vereinigen, von der Flasche herrühren, und der Leiter von der seinigen nichts hergiebt. Bey dem einfachen Funken empfängt der Leiter so viel $\underline{+}$ E, als er $\overline{+}$ E abgiebt, daher wird eines von beyden in ihm überschüssig. Der Funken einer Flasche hat auch ein anderes Ansehen, als der Funken eines Conductors. Denn wenn jener gleich stärker und glänzender ist, als dieser, so ist er doch nie so lang, und fährt nie im Zickzack. Hingegen bringt auch ein schwacher Schlag aus einer Flasche eine stärkere Erschütterung im ganzen Körper zuwege, als ein ziemlich starker Funken eines Conductors. Die Leichtigkeit, mit der die Vertheilung der Elektrizität in einem Leiter geschieht, befördert das Ueberströmen des Funkens; bey der Flasche aber hält jede Seite ihr + oder — E zurück, und läßt es nur bey großer Annäherung der leitenden Verbindung, alsdann aber auch plötzlich fahren.

356. Aus einer losgeschlagenen Flasche kann man nach kurzer Zeit noch einen zweyten, wiewohl in Vergleich mit dem ersten nur sehr schwachen, Schlag ziehen, den man den Rückstand oder das Residuum nennt. Er rührt daher, daß die Elektrizität beym Laden der Flasche nicht in der Belegung bleibt, sondern in das Glas selbst übergeht, und aus diesem, als aus einem Nichtleiter, bey der Entladung nicht ganz entweicht. Dieser Ueberrest von Elektrizität zieht auf jeder Seite aus der Belegung, die durch die Entladung in einen indifferenten Zustand gebracht wird, die ungleichnamige Elektrizität an sich, und stößt die gleichnamige zurück; folglich wird die eine Belegung wieder positiv-, die andere negativ-elektrisch, und daher geben beyde in Verbindung wieder einen Kleistischen Stoß. Der Zustand der Belegungen läßt sich am besten untersuchen, wenn man die Flasche vor der Entladung isolirt und sie mit einem isolirten Auslader losschlägt. Die entladene Flasche gleicht alsdann einem Elektrophor mit unberührtem Deckel.

1. Der Rückstand kann bey einer starken Batterie noch groß genug seyn, um einen heftigen Schlag hervor zu bringen.

2. Entladet man eine isolirte Flasche durch ein Paar Spitzen, wovon die eine gegen den Knopf und die andere gegen die äußere Belegung gekehrt ist, — wozu

allenfalls eine gemeine Scheere dienen kann, — so zeigt sich an ihnen das elektrische Licht, und zwar der positiven Belegung gegenüber der Stern, und der negativen gegenüber der Büschel. Man kann auch eine Flasche durch die andere entladen, indem man die positive Seite der einen mit der negativen der andern, und die negative von jener mit der positiven von dieser verbindet. — Elektrische Spinne.

357. Ein anderes Werkzeug, das sich auf die Eigenschaft entgegengesetzter Elektrizitäten, einander gleichsam zu binden, ohne sich wirklich zu vereinigen, gründet, und das dazu dient, sehr schwache Grade der Elektrizität bemerklich zu machen, ist der Condensator, dessen Erfindung gänzlich Hrn. Volta gebührt. Es ist dem Elektrophor darin ähnlich, daß es aus einer Basis und einem beweglichen Deckel zusammengesetzt ist, unterscheidet sich aber dadurch von ihm, daß seine Basis blos aus einem einzigen halbleitenden Körper, z. B. einer trocknen Marmorplatte, besteht. Soll es gebraucht werden, so wird der Deckel auf die Basis, die ohne die geringste Elektrizität seyn muß, gesetzt, und in leitende Verbindung mit dem Körper, dessen Elektrizität untersucht werden soll, gebracht. Dadurch erlangt er einen so geringen Grad von Elektrizität, als ihm der Körper zu ertheilen vermag; diese bringt aber in der Basis eine schwache Vertheilung zuwege, wodurch sie selbst gebunden und

der Deckel in Stand gesetzt wird, neue Elektrizität aus dem Körper aufzunehmen. So geht es bis auf einen gewissen Grad fort. Hebt man darauf den Deckel an seinem isolirenden Griff in die Höhe, so wird die gebundene Elektrizität frey, und zeigt sich folglich in größerer Stärke, als sie ohne dieses Hülfsmittel gewesen wäre.

1. Der Gebrauch des Condensators setzt also eine hinreichende Menge von elektrischer Materie, jedoch von geringer Spannung voraus.

2. Man hat den Condensator jetzt von verschiedener Einrichtung. Nach Lichtenbergs Vorschlag ist eine dünne Luftschicht zwischen zwey metallenen Platten sehr gut zu gebrauchen; und hierauf gründet sich Cavallo's Collector oder Condensator mit der doppelten Luftschicht. Auch Bennet's Duplicator hat einen gleichen Zweck und beruht auf gleichen Gründen.

3. Man kann auch mehrere Condensatoren von verschiedener Größe gebrauchen, indem man den Deckel des größern an den Deckel des kleinern bringt u. s. w.

358. Mit Hülfe dieser Instrumente hat man gefunden, daß in vielen Fällen, wo auch nur eine schwache Reibung statt findet, Elektrizität entsteht, und man kann schließen, daß die wenigsten Körper sich in einem ganz unelektrischen Zustande befinden. Die geringe Reibung, die beym Schmelzen und Erkalten verschiedener Materien durch Ausdehnung und Zusammenziehung hervorgebracht wird, ist hinreichend, Elektrizi-

tät zu erzeugen. Es giebt aber Fälle, wo gar keine Reibung anzunehmen ist, und dennoch Elektrizität entsteht. So hat Volta entdeckt, daß das Aufsteigen der Wasserdämpfe mit Elektrizität verbunden ist. Schon früher kannte man die Eigenschaft des Turmalins, durch Erwärmung und Erkältung elektrisch zu werden. Und gewiß hat die Natur noch mancherley Mittel, Elektrizität zu erzeugen, die wir ihr noch nicht abgelernt haben.

An dem Turmalin ist es merkwürdig, daß er beyde Elektrizitäten zugleich erhält, auf der einen Seite die positive, auf der andern die negative. An zwey einander ungefähr gegenüber liegenden Stellen, den Polen, ist die Elektrizität am stärksten; und derselbe Pol, der durch Erwärmung positiv wird, wird durch Erkältung negativ, und umgekehrt.

359. Ganz neuerlich erst hat man in dem Gebiet der Elektrizität ein weites Feld entdeckt, das einen bis dahin unbekannten Weg zur Erregung der Elektrizität enthält, und eine Menge neuer Erscheinungen darbietet. Galvani, ein italienischer Arzt, entdeckte nehmlich zuerst, daß zwey verschiedenartige Metalle, womit ein Muskel und der zugehörige Nerve eines Frosches belegt wurden, heftige Zuckungen in dem Muskel hervorbrachten, sobald sie in leitende Verbindung mit einander gesetzt wurden. Dieser Umstand

und die Aehnlichkeit der Wirkung mit der Wirkung elektrischer Funken auf den Muskel machte, daß Galvani sie einer dem thierischen Körper eigenthümlichen Elektrizität, die er thierische Elektrizität nannte, zuschrieb.

Veranlassung zu der Entdeckung gaben Versuche mit der gewöhnlichen Elektrisirmaschine.

360. Die Neuheit und Wichtigkeit der Entdeckung zog die Aufmerksamkeit der Physiker in allen Ländern auf sich. Die Versuche wurden vielfältig wiederholt und abgeändert. Bey vielen Aehnlichkeiten mit den Wirkungen der gemeinen Elektrizität glaubte man auch Abweichungen von den Gesetzen derselben zu bemerken. Es entstand daher eine Ungewißheit über die eigentliche Ursache dieser Erscheinungen. Man nannte sie den Metallreiz, noch allgemeiner den Galvanismus. Niemand aber behauptete standhafter und mit entscheidendern Gründen, daß die gemeine Elektrizität, die durch Berührung verschiedenartiger Körper hervorgebracht würde, die Ursache davon wäre, als Volta.

Man brachte nicht blos Zuckungen in den Muskeln zuwege, sondern man fand, daß jeder Sinn auf eine eigenthümliche Weise dadurch afficirt wurde.

361. Volta bestimmte auch zuerst im Allgemeinen die Bedingungen, unter denen hier nur

elektrische Wirkungen erfolgen. Nur die sogenannten Leiter der Elektrizität können dergleichen hervorbringen. Diese aber unterschied er in zwey Klassen: in Leiter der ersten und in Leiter der zweyten Klasse. In jene gehören nur feste, in diese nur flüssige Körper. Jene sind im Ganzen wirksamer, als diese, und unter jenen zeichnen sich hinwiederum die Metalle aus. Die Elektrizität, die durch die Berührung zweyer wirksamen Körper hervorgebracht wird, ist in dem einen positiv, in dem andern negativ. Werden daher beyde Körper durch einen dritten so verbunden, daß die erregte Elektrizität nicht gestört oder aufgehoben wird, so vereinigen sich beyde Elektrizitäten, und bringen dadurch elektrische Wirkung zuwege.

Unter den Metallen sind Zink und Silber, oder Zink und Kupfer vorzüglich wirksam. Werden diese durch einen Leiter der zweyten Klasse, z. B. durch Salzwasser, verbunden, doch ohne ihre unmittelbare Berührung aufzuheben, so wird die Elektrizität in ihnen in Wirksamkeit gesetzt, oder, nach Volta, es entsteht eine Strömung der elektrischen Materie aus einem Metall in das andere. Eine solche Verbindung dreyer Körper, wodurch eine elektrische Strömung hervorgebracht wird, heißt eine einfache galvanische Kette. — Der Zink ist positiv-, das Silber oder Kupfer negativ-elektrisch.

362. Eine Folge dieser ersten Entdeckung von Volta war eine zweyte, noch wichtigere, die

Entdeckung der nach ihm benannten Säule, die aus einer Reihe abwechselnder Schichten von zwey verschiedenartigen Metallplatten und einem feuchten Körper zwischen jeder Schicht besteht. Durch diese wurden die galvanischen Wirkungen auf eine ausnehmende Weise verstärkt, und ihre Identität mit den elektrischen noch mehr ins Licht gesetzt. Alle Arten von Erscheinungen, die man bisher vermittelst der Elektrizität hervorgebracht hatte, brachte man nun auch vermittelst der Säule hervor: das Anziehen und Abstoßen; den elektrischen Funken; das Anzünden leicht entzündlicher Körper; das Laden Leydner Flaschen und elektrischer Batterien; und vorzüglich die elektrischen Erschütterungen. So oft man die beyden äußersten Enden der Säule — ihre Pole — zu gleicher Zeit berührt, erfolgt eine Erschütterung. Die Säule gleicht hierin, wie in ihrer ganzen Wirkungsart, einer Leydner Flasche oder einer schwach geladenen Batterie, und es ist bewundernswürdig, mit welcher Schnelligkeit sich ihre Kraft beständig erneuert. Der eine ihrer Pole ist positiv, der andere negativ.

1. Zu den Metallplatten nimmt man gewöhnlich Zink und Kupfer; der feuchte Körper besteht in einer Papp- oder Tuchscheibe, mit Salzwasser, Salmiakauflösung oder einer andern Flüssigkeit getränkt.

2. Volta hatte seinem Apparat auch noch eine andere Einrichtung gegeben; eine Reihe von Gläsern mit Salzwasser gefüllt, und je zwey durch einen metallenen Bo-

gen, an dessen Enden auf einer Seite eine Zink-, auf der andern eine Silber- oder Kupferplatte befindlich war, mit einander verbunden — Becherapparat (corona di tazze).

363. Eine ganz besondere Aufmerksamkeit verdient die Säule wegen ihrer chemischen Wirksamkeit. Beyde Pole geben ihre Verschiedenheit schon durch den Geschmack zu erkennen: der positive hat einen sauren, der negative einen alkalischen Geschmack; und so zeigt sich jener in seinen Wirkungen überhaupt als eine Säure, dieser als ein Laugensalz: die Lackmustinctur wird durch jenen geröthet, durch diesen wieder hergestellt; Auflösungen der Metalle werden durch jenen befördert, durch diesen niedergeschlagen. Schon an den Platten der Säule selbst zeigt sich diese Wirkung, indem sich vornehmlich an dem Zink nach und nach ein so starker Kalk ansetzt, daß allein dadurch die Säule unwirksam wird. Dieser Umstand macht von Zeit zu Zeit eine Reinigung der Platten nothwendig, wodurch der Gebrauch der Säule nicht wenig erschwert wird. Vorzüglich merkwürdig ist die Erzeugung des Sauerstoff- und Wasserstoffgases aus dem Wasser vermittelst dieser Säule (192.).

Um der Unbequemlichkeit des öftern Auseinandernehmens und Wiederaufbauens überhoben zu seyn, hat man mit der Säule mancherley Abänderungen versucht — Cruikshanks Tragapparat; Hauffs Cylinder- oder Flaschenapparat.

364. Die Kraft der Säule läßt sich auf verschiedenerley Weise verstärken: erstens durch Vergrößerung der Fläche der Platten; zweytens durch Vermehrung der Plattenpaare; drittens durch Anwendung einer besser leitenden Flüssigkeit. Was das erstere Mittel betrifft, so wird zwar durch breitere Platten die elektrische Spannung nicht vergrößert, aber theils die leitende Kraft der Säule erhöht, theils die Menge der elektrischen Flüssigkeit vermehrt; folglich bey Schließung der Säule in derselben Zeit eine größere Menge elektrischer Materie zur Wirksamkeit gebracht. Doch ist es hierbey nicht gleichgültig, was für ein Körper zur Schließung gebraucht wird, sondern die Wirkung ist desto größer, je besser er leitet. — Die Verstärkung der Säule durch Vermehrung der Plattenpaare hat ihre Grenzen; und diese erreicht man, alles übrige gleich gesetzt, desto eher, je kleiner die Platten sind, und je besser der zur Schließung angewandte Körper leitet.

1. Sehr schätzbare Untersuchungen über diesen Gegenstand verdanken wir Hrn. Ritter in München, der sich überhaupt um den Galvanismus ein ausgezeichnetes Verdienst erworben hat.

2. Schon lange hat man bemerkt, daß durch die Vergrößerung der Platten zwar die elektrischen Funken und die Verbrennungs-Versuche vergrößert und befördert, aber die Erschütterungs-Schläge nicht in gleichem Grade verstärkt werden. Diese Verschiedenheit der Wir-

kung rührt daher, daß der metallische Drath, den man zu den erstern Versuchen braucht, ein vortrefflicher; der menschliche Körper hingegen, der bey den letztern Versuchen ins Spiel kommt, nur ein sehr mittelmäßiger Leiter ist.

3. Aus demselben Grunde ist das Maximum der Wirkung bey Vermehrung der Plattenpaare nicht einerley für die Verbrennungs-Versuche, für die chemischen Zersetzungen und für die Erschütterungen. Zu dem Maximum der erstern wird vergleichungsweise die kleinste, und zu den letztern die größte Anzahl erfordert.

4. Kochsalzauflösung leitet besser als bloßes Wasser, und giebt daher kräftigere Säulen. Noch besser ist eine Mischung aus Kochsalzauflösung, Lackmustinctur und Rindsgalle.

5. Nach Hrn. Prof. Hauffs Beobachtungen wird die Kraft einer Säule auch durch dazwischen geschobene Metallplatten von einerley Art verstärkt; und Hr. Ritter findet es vortheilhaft, die Lagen des feuchten Körpers zu vervielfältigen.

365. Da man schon sonst die Elektrizität, bey ihrer großen Wirksamkeit auf den thierischen Körper, als ein Mittel gegen mancherley Krankheiten und körperliche Uebel angewandt hatte — in welcher Rücksicht sie den Namen der medicinischen Elektrizität erhielt — so versprach man sich einen noch bessern Erfolg vom Gebrauch der Voltaischen Säule. Wirklich schien es anfangs auch, als ob man sich hierin nicht getäuscht hätte, und man wollte mancherley hartnäckige Uebel, z. B. langwierige Taubheit, gänzlich dadurch geheilt ha-

ben. Allein sey es nun, daß ein verkehrter Gebrauch dieses Mittels, oder seine natürliche Beschaffenheit Schuld ist, genug, es hat sich in seinem Credit nicht behauptet.

366. Dagegen hat der Galvanismus über viele Wirkungen der Natur ein ganz neues Licht verbreitet. Wir finden die Verbindungen von Körpern, die der Erzeugung desselben günstig sind, in allen drey Reichen der Natur wieder. Besonders merkwürdig sind verschiedene Arten von Fischen — elektrische Fische genannt — die das Vermögen besitzen, Erschütterungen hervor zu bringen, die den Schlägen der Voltaischen Säule ähnlich sind. Sie sind hierzu mit eigenen Organen versehen, die auf beyden Seiten des Körpers liegen; doch bleibt in ihrer Wirkungsart noch vieles dunkel.

Das elektrische Licht hat schon Walsh an dem Zitteraal bemerkt. Hrn. von Humboldts Nachrichten zufolge kann der Zitteraal durch seinen Schlag sogar ein Pferd tödten, wenigstens so betäuben, daß es wie todt hinsinkt; dagegen bringt er, so wenig als der Zitterrochen, die geringste Wirkung auf das Elektrometer hervor.

Neunter Abschnitt.

Vom Magnet.

367. Unter den Eisenerzen finden sich bisweilen Stücke, welche die Eigenschaft haben, regulinisches Eisen, das ihnen genähert wird, anzuziehen. Taucht man ein solches Stück in Eisenfeilspäne, so hängen sie sich an dasselbe an, und bleiben daran hängen, wenn man es herausnimmt. Diese Art von Eisenerz heißt **natürlicher Magnet, oder magnetischer Eisenstein.**

1. Der Magnet findet sich theils krystallisirt, theils in derben Stücken. Die letztre Art ist die gemeinste, und sie ist schwerer als die erstere blos ihrem äußerlichen Ansehen nach von jedem andern Eisenerz zu unterscheiden.

2. Außer dem Eisen werden noch einige andere Metalle, als Nickel, Kobalt, und selbst mehrere unmetallische Substanzen vom Magnet gezogen, aber bey weitem nicht in dem Grade, wie das Eisen. Ja nach **Coulombs** Behauptung werden alle Körper vom Magnet afficirt.

368. Besonders sind zwey Stellen an ihm zu bemerken, wo die Feilspäne sich am meisten anhängen, oder wo die Anziehung am stärksten ist. Sie liegen auf entgegengesetzten Seiten, und heis

ßen Pole des Magnets. Wird er frey aufgehängt, oder mit einem Bretchen auf Wasser, oder allein auf Queckſilber gelegt, ſo nimmt er von ſelbſt immer einerley Richtung an, und zwar ſo, daß der eine dieſer Pole ungefähr nach Norden, und der andere nach Süden gekehrt iſt; daher jener der Nordpol und dieſer der Südpol genannt wird.

1. Man findet bisweilen natürliche Magnete mit mehr als zwey Polen; dieſe heißen anomaliſche Magnete. Man kann ſie als verſchiedene Magnete, die zuſammengewachſen ſind, betrachten.

2. Zerſchlägt man einen Magnet ſo in zwey Stücke, daß jedes einen von beyden Polen enthält, ſo entſteht in jedem noch ein zweyter ungleichnamiger Pol, oder jedes Stück macht wieder einen vollſtändigen Magnet mit zwey Polen.

369. Die Stärke der magnetiſchen Kraft iſt bey verſchiedenen Magneten verſchieden. Gewöhnlich iſt ſie deſto größer, je größer der Stein iſt; doch finden hierin auch viele Ausnahmen ſtatt. Man kann aber die Kraft eines Magnets beträchtlich verſtärken, wenn man jeden Pol mit einem dünnen Eiſenblech, das ſich in eine Art von Fuß endigt, belegt. So zubereitet heißt es ein armirter oder bewaffneter Magnet.

1. Die Pole eines armirten Magnets liegen in den Füßen.

2. Läßt man einen Magnet liegen, ohne seine Kraft gleichsam in Uebung zu erhalten, das heißt, ohne ihn in Eisenfeile zu legen, oder ihn ein Gewicht tragen zu lassen, so wird seine Kraft nach und nach immer schwächer.

370. Einen großen Einfluß auf die Stärke eines Magnets hat die Temperatur: je mehr man nehmlich den Magnet erwärmt, desto mehr wird seine Kraft geschwächt; hingegen wächst sie durch Abkühlung. Auch ist sie bey unmittelbarer Berührung am größten, und nimmt mit der Entfernung ab, und zwar im Verhältniß des Quadrats derselben.

1. Saussüre's Magnetometer. Coulomb's magnetische Wage.

2. Auch erhitztes Eisen wird nicht so stark angezogen, als kaltes; und weißglühendes gar nicht.

371. So wie das Eisen am meisten von dem Magnet gezogen wird, so kann es auch die magnetische Kraft selbst annehmen. Dadurch entstehen die künstlichen Magnete, die in ihrer magnetischen Beschaffenheit und Wirkung den natürlichen völlig ähnlich sind. Man hat sie von verschiedener Gestalt, vornehmlich in geraden Stäben und in Hufeisenform. Um das Eisen in diesen Zustand zu setzen, wird nichts weiter erfordert, als daß es mit den Polen eines natürlichen oder künstlichen

Magnets gestrichen wird, wobey man verschiedene Arten zu verfahren hat. Auch ist es bisweilen schon hinreichend, das Eisen zwischen die ungleichnamigen Pole zweyer Magnete zu legen.

Gemeiniglich unterscheidet man den einfachen und den doppelten Strich. Das weiche Eisen ist leichter zu magnetisiren, als das harte, aber es verliert seinen Magnetismus bald wieder; daher nimmt man zu künstlichen Magneten gern den besten Stahl. Doch kann man auch diesem die magnetische Kraft nicht in beliebiger Stärke ertheilen, sondern ein jedes Stück kann nach seiner Beschaffenheit und Größe nur einen gewissen Grad erhalten, und wenn es diesen hat, heißt es gesättigt.

372. Der Magnet, den man zur Verfertigung eines künstlichen braucht, verliert von seiner Kraft wenig oder nichts. Er macht also nur die eigenthümliche Kraft des Eisens durch seine Einwirkung rege, ohne von der seinigen etwas abzugeben. Man kann daher diese Wirkung nicht eine Mittheilung nennen, sondern sie ist der elektrischen Vertheilung ähnlich. Schon bey der bloßen Anziehung des Eisens geschieht etwas ähnliches, wie bey dem Leiter, der in eine elektrische Atmosphäre gebracht wird: das Eisen wird nehmlich magnetisch, und erhält an der Stelle, wo es berührt wird, den ungleichnamigen, und an der entgegengesetzten Seite den gleichnamigen Pol.

1. Daher kann z. B. eine Nähnadel, die an dem Magnet hängt, eine andere anziehen, diese wieder eine andere, und so mehrere.

2. Streicht man mit einem Pol eines Magnets über ein Eisen hin, so hat es anfangs an dem Ende, wo man den Magnet auffetzt, den ungleichnamigen, und an dem andern Ende den gleichnamigen Pol; ist man aber bis ans Ende gekommen, so sind beyde Pole verwechselt, das erstere Ende hat den gleichnamigen, und das letztere den ungleichnamigen. Es muß daher für jedes eine Stelle geben, wo seine Polarität in die entgegengesetzte übergeht. Dieß ist Brugmanns Indifferenzpunkt. Van Swinden hat noch gefunden, daß während des Streichens die Kraft des abgekehrten Endes anfänglich wächst, nachher abnimmt, und zuletzt in die entgegengesetzte Polarität übergeht; und er nennt die Stelle, an der der Magnet stehen muß, damit jene Kraft am größten werde, den culminirenden Punkt.

373. Man kann die Pole eines Magnets nicht blos aus ihrer Richtung, wenn der Magnet frey schwebt, sondern auch aus ihrem Verhalten gegen die Pole eines andern Magnets erkennen. Es ist nehmlich ein Hauptgesetz des Magnetismus, daß nur die ungleichnamigen Pole zweyer Magnete einander anziehen, die gleichnamigen hingegen einander zurückstoßen. Daher heißen jene auch freundschaftliche, diese aber feindschaftliche Pole. Bringt man also den Nordpol oder Südpol eines bekannten Magnets an den einen Pol eines andern, den man untersuchen will, so kann man aus der An-

ziehung oder Zurückstoßung beyder schließen, ob dieses der freundschaftliche oder feindschaftliche Pol von jenem ist.

Taucht man die Pole vorher in Eisenfeile, und nähert sie alsdann einander, so strecken die Feilspäne gleichsam die Arme nach einander aus, wenn beyde Pole freundschaftlich sind; im andern Fall aber ziehen sie sich vor einander zurück.

374. Sehr geschickt zu dieser Untersuchung ist die Art von künstlichen Magneten, die man Magnetnadeln nennt. Ihre leichte Beweglichkeit, wenn sie gut gearbeitet sind, macht, daß sie auch dem Eindruck einer geringen Kraft folgen. Man hat daher mit Hülfe derselben in manchen Körpern nicht nur eine Empfänglichkeit für die Einwirkungen der magnetischen Kraft, sondern selbst eine eigene Polarität entdeckt. Der Gebrauch, den man von ihnen macht, ist sehr mannigfaltig.

1. Erfordernisse einer guten Magnetnadel. Verschiedene Art der Aufhängung: in Hütchen; in zarten Kettchen von Pferdehaaren; in rohen Seidenfäden; in Spinnenfäden.

2. B. Humboldts magnetischer Serpentinstein. Auch Hr. v. Schlotheim hat verschiedene Mineralien magnetisch befunden.

375. Man kann einen Magnet so gegen eine Magnetnadel stellen, daß diese dadurch aus ihrer

Richtung gebracht wird. Hält man alsdann an den abgekehrten Pol desselben den freundschaftlichen Pol eines andern Magnets, so wird die Nadel noch weiter aus ihrer Richtung kommen; nimmt man aber dafür den feindschaftlichen Pol, so geht sie mehr nach ihrer ursprünglichen Stellung zurück. Folglich wird die Kraft des gegen die Nadel gekehrten Pols verstärkt oder geschwächt, je nachdem man den andern Pol mit dem freundschaftlichen oder feindschaftlichen Pol eines andern Magnets verbindet.

1. Es ist also eben so, als ob die Kraft des einen Pols durch die des andern beschränkt oder gebunden würde; und da überhaupt der eine Pol eben den Theil eines andern Magnets anzieht, den der andere Pol zurückstößt, so verhalten sie sich in ihren Wirkungen, wie entgegengesetzte Größen. Man bezeichnet daher auch die Kraft des Nordpols durch + M, die des Südpols durch — M.

2. Da ein Stück Eisen durch die Anziehung eines Magnets selbst zu einem schwachen Magnet wird, so kann man die Kraft eines magnetischen Pols schon dadurch verstärken, daß man an den andern Pol ein bloßes Stück Eisen hält.

376. Stellt man mehrere Magnetnadeln um einen Magnet herum, so nehmen sie alle eine verschiedene Richtung an, indem sich eine jede nach dem Pol des Magnets, der ihr am nächsten liegt, mit ihrem freundschaftlichen Pol hinwendet. Wenn

daher ein magnetischer Stab unter eine Glasplatte oder eine dünne Pappe gelegt wird, die nicht sehr dicht mit Eisenfeile bestreut ist, so ordnen sich die über dem Magnet liegenden Feilspäne in krumme Linien, die von dem einen Ende des Stabes zu beyden Seiten nach dem andern gehen. Denn durch den Einfluß des Magnets werden die darüber liegenden Eisentheilchen magnetisch, und richten sich also nicht nur mit der einen Seite gegen den ihnen zunächst liegenden Pol des Magnets, sondern ziehen sich auch unter einander selbst an.

Dieser Versuch ist für die ehemaligen Theorien des Magnets sehr wichtig gewesen, indem man darauf die Idee von einem magnetischen Wirbel gründete.

377. Aus dem angeführten Versuch erhellet, daß die magnetische Kraft durch Glas und Papier hindurch wirkt; wir kennen aber überhaupt keine Art von Körper, die für sie undurchdringlich wäre. Daher hat man eine Menge magnetischer Kunststücke oder Spielwerke, die darauf hinauslaufen, daß ein Körper, in welchem gemeines oder magnetisches Eisen verborgen ist, durch einen andern versteckten Magnet in Bewegung gesetzt wird.

378. Die Magnetnadel dient auch dazu, die Richtung der magnetischen Pole in Absicht auf den Horizont an irgend einem Ort zu bestimmen. Denn alle Magnete, die sich frey bewegen können, richten

sich an einem und ebendemselben Ort der Erde mit ihren Polen nach denselben Punkten des Horizonts. Man nennt daher diese Richtung den magnetischen Meridian — eigentlich den größten Kreis, der in dieser Richtung um die Erdkugel gezogen wird. Durchschneiden diese Kreise von allen Orten der Erde einander in zwey entgegengesetzten Punkten, so machen diese die magnetischen Pole der Erde aus, und dann ist derjenige größte Kreis, der von beyden Polen gleich weit absteht, der magnetische Aequator der Erde.

Es fehlt noch an hinlänglichen Beobachtungen, um die Lage der magnetischen Pole und des magnetischen Aequators der Erde mit Zuverlässigkeit zu bestimmen. Nach Lalande's Berechnung fällt der nördliche Pol in 77° nördlicher Breite und 110° westlicher Länge von Paris; nach Biot's und v. Humboldts Bestimmungen in 79° 1′ 4″ nördl. Br. und 30° 2′ 5″ westl. Länge von Paris.

379. Die magnetischen Meridiane fallen an den meisten Orten der Erde nicht mit den geographischen zusammen. Die Richtung der Magnetnadel weicht daher von der Mittagslinie dieser Orte mehr oder weniger, nach Osten oder Westen, ab; und der Winkel, um den sie abweicht, heißt die magnetische Abweichung oder Declination. Denkt man sich durch diejenigen Orte,

in welchen keine Abweichung statt findet, oder wo sie gleich Null ist, eine Linie gezogen, so erhält man die sogenannte Linie ohne Abweichung.

380. Wenn man die magnetische Abweichung an einem Orte kennt, so kann man aus der Richtung der Magnetnadel die wahren Weltgegenden finden. Daher dient die Boussole nicht nur bey geometrischen Vermessungen, um einen Riß zu orientiren, sondern noch mehr auf den Schiffen, unter dem Namen des Kompasses, den Weg des Schiffes zu leiten. Man hat auch geographische Karten verfertigt, auf welchen die magnetischen Abweichungen von gleichen Größen durch zusammenhängende Linien verzeichnet sind; allein die Beobachtungen, auf welche sich diese Verzeichnungen gründen, sind zu unvollständig, als daß man ihnen ein großes Vertrauen schenken könnte.

Der Erfinder des Kompasses, und selbst die Zeit der Erfindung sind ungewiß.

Instrumente zur Beobachtung der magnetischen Declination heißen Declinatoria.

381. Hierzu kommt noch, daß die Abweichung an einem Orte sich mit der Zeit verändert. Diese Veränderung geschieht zwar im Ganzen mit einer gewissen Regelmäßigkeit, bis jetzt aber ist es noch nicht gelungen, das Gesetz, nach dem sie

erfolgt, ausfündig zu machen. Die Beobachtungen können daher nur für eine gewisse Zeit gültig seyn.

1. So ist es auch noch unbekannt, wie weit die Abweichung gehen könne. Hr. Adjunct. Burkhardt, der für die Abweichungen zu Paris eine hypothetische Formel giebt, berechnet darnach die größte westliche Abweichung, die 1878 statt haben soll, auf 27° 20′, und die Periode von ihrer größten westlichen Abweichung bis wieder dahin zurück auf 860 Jahre.

2. In Paris war die Abweichung

im Jahr	1580	11°	30′	östlich
— —	1666	0°	0′	—

darauf wurde sie westlich, und war

im Jahr	1792—94	21°	54′	westlich
— —	1798	22°	15′	—
— —	1799	22°	0′	—
— —	1800	22°	12′	—
— —	1801	22°	1′	—
— —	1802	21°	45′	—
— —	1803	21°	59′	—
— —	1804	22°	15′	—

S. Journ. de Phys. an XIII. Nivose pag. 30.

3. Man bemerkt auch eine tägliche Veränderung — eine Art von Schwankung — der Magnetnadel, die man Variation nennt, die jedoch nur wenige Minuten beträgt, indessen auch mit einer gewissen Regelmäßigkeit geschieht.

382. Wenn eine Magnetnadel so aufgehängt ist, daß sie sich in einer vertikalen Ebene um ihren Mittelpunkt dreht, und sie in die Ebene des magnetischen Meridians gestellt wird, so neigt sie sich

unter einem gewissen Winkel gegen die Ebene des Horizonts. Diese Neigung oder Inclination, wie sie genannt wird, ist ebenfalls an verschiedenen Orten der Erde verschieden. Unter dem magnetischen Aequator ist sie = 0, und unter den magnetischen Polen = 90°. Nordwärts vom magnetischen Aequator neigt sich der Nordpol der Nadel gegen die Erde, und südwärts von demselben der Südpol. Auch diese Richtung ändert sich mit der Zeit an demselben Orte, jedoch viel langsamer als die Abweichung.

1. Ein Instrument zur Beobachtung der magnetischen Inclination heißt ein Inclinatorium. Die genaue Verfertigung derselben hat große Schwierigkeiten.

2. Im Jahr 1799 war die Neigung in Paris 70° 10′. — Biot giebt eine Formel, nach der sich die Neigung ziemlich übereinstimmend mit den Beobachtungen berechnen läßt. (Ann. d. Phys. XX.)

383. Um eine so auffallende Erscheinung, als die bestimmte Richtung der Magnetnadel an den verschiedenen Orten der Erde ist, zu erklären, hat man mancherley Hypothesen aufgestellt. Was aber auch die wahre Ursache davon sey, so ist so viel gewiß, daß sich die ganze Erde wie ein großer Magnet verhalte, oder eben so wirke, als ob die magnetische Kraft in ihr auf ähnliche Art wie in einem Magnet vertheilt sey. Die magnetischen

Pole der Erde sind also — imaginär oder wirklich — als diejenigen Punkte zu betrachten, auf welche die magnetische Anziehung der Erde bezogen werden muß. Die Aenderung der magnetischen Abweichung und Neigung rührt also von einer Veränderung in der Lage der magnetischen Pole her; wodurch aber diese bewirkt werde, wissen wir nicht.

1. Auch von der Variation der Magnetnadel ist die Ursache noch unbekannt; denn gegen die gewöhnlichen Erklärungen derselben durch den Einfluß der Sonnenatmosphäre, oder durch die ungleiche Erwärmung der Erdkugel macht Hällström gegründete Einwendungen. (Annalen d. Phys. XIX. S. 288 ff.)

2. Hrn. v. Humboldts Beobachtungen zufolge wächst die magnetische Kraft der Erde je weiter man sich von dem Aequator nach den Polen zu entfernt. Hingegen weiter von der Erde ab wird sie, wie Biot und Gay-Lüssac gefunden haben, bis auf eine Höhe von 4000 Metres nicht merklich geändert.

384. Der Magnetismus der Erde oder die magnetische Kraft derselben zeigt sich nicht nur in dem Einfluß auf die Magnetnadel, sondern auch in der Wirkung auf das bloße Eisen. So wie ein eiserner Stab, zwischen die freundschaftlichen Pole zweyer Magnete gehalten, selbst magnetisch wird, so wird er es auch, wenn er eine Zeit lang in der Richtung des magnetischen Meridians aufgehängt ist; und noch mehr, wenn er in der Ebene desse-

den zugleich so gegen den Horizont geneigt wird, wie es die magnetische Inclination des Orts erfordert. Wird er in dieser Lage durch Feilen, Hämmern u. dergl. noch erschüttert, so nimmt er die magnetische Kraft desto schneller und in desto höherm Grade an.

Man kann sich daher künstliche Magnete ohne Beyhülfe eines andern Magnets verschaffen. — Es ist schon genug, einen eisernen Stab in vertikaler Richtung zu halten und mit einem Hammer zu erschüttern, oder ihn gegen den Boden zu stoßen, um einen merklichen Magnetismus in ihm zu erwecken; und zwar wird das untere Ende in unserer magnetischen Halbkugel ein Nordpol, das obere ein Südpol. Kehrt man ihn um und erschüttert ihn von neuem, so kehren sich auch seine Pole um. — Magnetische Stäbe in den Kreuzen und Stangen der Kirchthürme.

385. Von einer so allgemein durch die Erde verbreiteten Kraft läßt sich vermuthen, daß sie nicht ohne mannigfaltige Wirkungen seyn werde; indessen kennen wir ihre Natur noch zu wenig, als daß wir diese bestimmen könnten. Mit der Elektrizität hat sie einige Aehnlichkeit, indem das Gesetz der Anziehung und Zurückstoßung für beyde gleichlautend ist. Man will auch durch magnetische Stäbe chemische Wirkungen, die den elektrischen ähnlich sind, hervorgebracht haben. Sehr merkwürdig ist die Entdeckung von Hrn. Ritter, daß eine Nadel, die halb von Zink und

halb von Silber wäre, sich von selbst in den magnetischen Meridian stellte.

Man hat auch durch den Magnetismus, wie durch die Elektrizität, Kuren verrichten wollen; allein der thierische Magnetismus, wie er genannt wurde, hat seinen medizinischen Credit eben so schnell wieder verloren, als er ihn erlangt hatte.

386. Schon ehedem hat man zur Erklärung der magnetischen Erscheinungen eine eigene Materie — die magnetische Materie — angenommen, die sich um die Magnete in Wirbeln bewegen sollte. Aepinus versuchte es, die Theorie des Magnets der Franklinischen Theorie der Elektrizität ähnlich zu machen; Wilke hingegen und Brugmanns nahmen, nach Art der elektrischen Theorie von Symmer, zwey verschiedene Materien an, die einander gegenseitig anziehen, indeß die Theile einer jeden unter sich einander zurückstoßen. Mit dieser letztern stimmt auch die Theorie von Prevost überein. Alle diese Theorien haben uns indessen in der Kenntniß des Magnetismus nicht viel weiter gebracht, und wir müssen das Beste noch erwarten.

Dritter Haupttheil.

Angewandte Naturlehre.

Erster Abschnitt.

Vom Weltgebäude.

387. Wir erblicken über unserer Erde am Tage die Sonne und des Nachts den Mond und die zahllosen Sterne, und fragen mit Recht: was sind das für Gegenstände? Sie erscheinen und verschwinden; aber sie kommen immer von neuem wieder zum Vorschein, dem Ansehen nach in der nehmlichen Gestalt, und von der nehmlichen Beschaffenheit. Wir können sie also nicht für vorübergehende Erscheinungen, sondern müssen sie für bleibende Körper halten. Wir sehen sie sich bewegen, und bemerken in ihren Bewegungen etwas Beständiges und Regelmäßiges; wir fühlen zum Theil unmittelbar den Einfluß der

Sonne und des Monds auf unsere Erde, und ahnden also einen Zusammenhang zwischen allen diesen Körpern. Wir betrachten sie nun als Glieder eines großen Ganzen — des Weltgebäudes — und nennen sie selbst Weltkörper. Die Erde gehört auch in die Reihe derselben, und ein großer Theil der Erscheinungen, die wir an jenen bemerken, hängt von der Gestalt, Lage und Bewegung dieser ab.

---

1. Von der Gestalt der Erde und den Erscheinungen am Himmel, die davon abhängig sind.

388. Es ist heutzutage keinem Zweifel mehr unterworfen, daß die Gestalt der Erde kugelförmig sey; auch giebt es eine Menge Erscheinungen, die dafür sprechen. Schon die kreisförmige Grenze, in welcher Himmel und Erde zusammen zu stoßen scheinen, und die wir überall finden, wo wir rund umher eine freye Aussicht haben, ist ein Beweis dafür. Noch mehr die Art, wie entfernte Gegenstände, wenn wir uns ihnen nähern, nach und nach sichtbar werden: die obern Theile erscheinen zuerst und die untern zuletzt. Reisen wir eine beträchtliche Strecke in einerley Richtung, z. B. von Norden nach Süden, so sehen wir Sterne am nördlichen

Himmel unter den Gesichtskreis gehen und verschwinden, andere am südlichen Himmel über den Gesichtskreis herauf kommen, die vorher unter demselben standen. Auch brauchen wir nur einen verhältnißmäßig kleinen Weg zu machen, um einen Stern gerade über unserm Haupte zu sehen, der vorher weit davon entfernt war. Seitdem man die Ursache der Mondfinsternisse kennt, hat man auch in diesen einen Beweis von der Kugelgestalt der Erde gefunden. Die augenscheinlichste Ueberzeugung aber haben uns die Reisen um die Erde selbst gegeben.

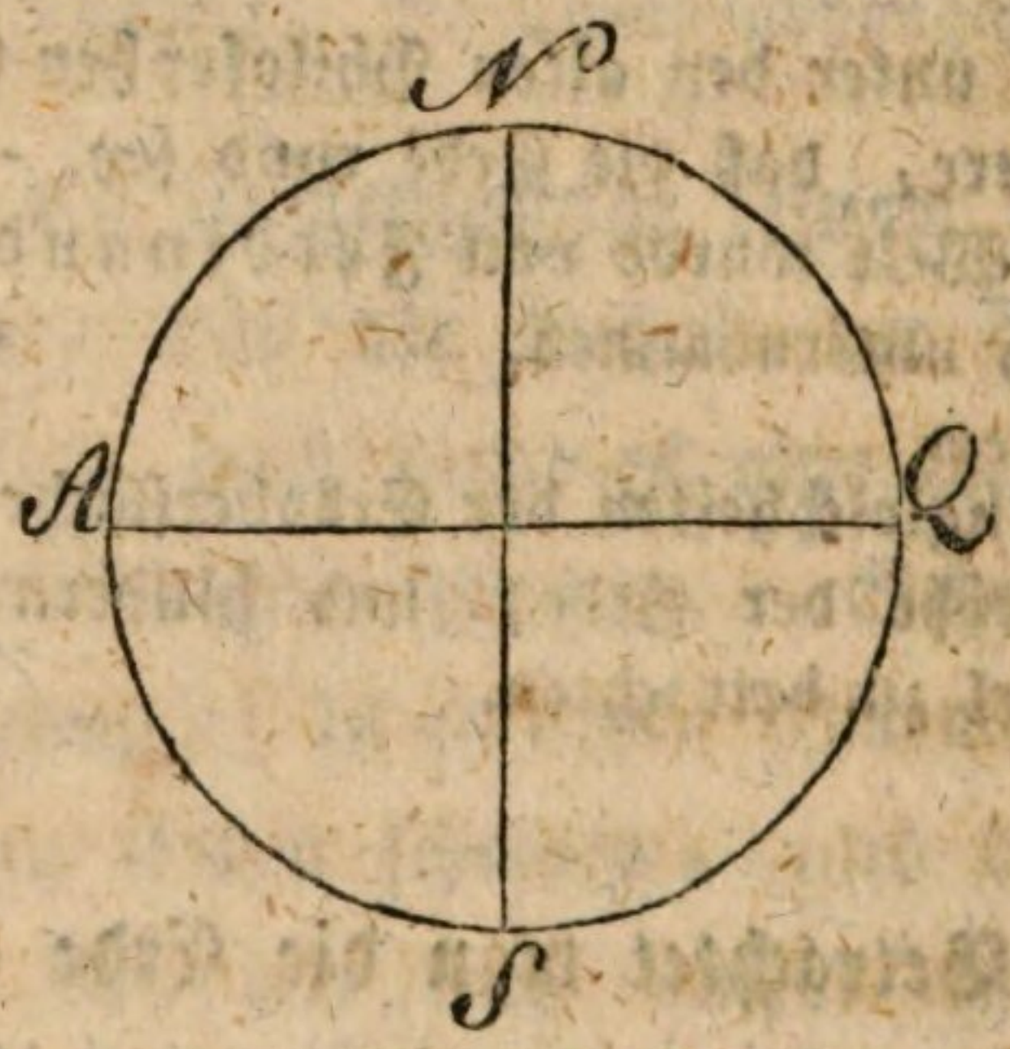
1. Schon unter den alten Philosophen Griechenlands lehrten mehrere, daß die Erde rund sey. — Die erste Reise um die Welt wurde von Ferdinand Magellan im Jahr 1519 unternommen.

2. Die Ungleichheiten der Erdoberfläche verschwinden gegen die Größe der Erde, und hindern nicht, diese als eine Kugel zu betrachten.

389. Betrachtet man die Erde als eine Kugel, so lassen sich auch die geometrischen Bestimmungen der Kugel auf sie anwenden. In der Oberfläche einer Kugel hat kein Punkt eine vor den übrigen ausgezeichnete Lage; um sich also auf derselben zu orientiren, ist es nöthig, gewisse Punkte oder Linien willkührlich anzunehmen, gegen welche die Lage der übrigen Theile bestimmt

werden kann. Man denke sich daher in der Erdkugel irgend einen Durchmesser NS (Fig. 28.), den wir ihre Achse, so wie die Endpunkte ihre Pole nennen wollen — und zwar sey N der Nord- und S der Südpol — ferner ziehe man einen größten Kreis AQ — den Aequator — in gleichem Abstand von beyden Polen; so erhält man die ersten Grundzüge einer mathematischen Eintheilung der Erdkugel, wodurch man in den Stand gesetzt wird, die Lage der Oerter auf derselben zu bestimmen.

Fig. 28.



Für die mathematische Betrachtung der Erde ist es gleichgültig, welchen Durchmesser man zur Achse annimmt; in der Folge werden andere Gründe diese Linie näher bestimmen.

390. Durch den Aequator wird die Erde in zwey Halbkugeln getheilt, wovon die eine die

nördliche, die andere die südliche heißt. In jeder ist der Pol der höchste Punkt, und sein Abstand vom Aequator = 90°. Der Abstand eines jeden andern Punkts vom Aequator ist also kleiner als 90°; man nennt ihn seine Breite; und wenn man durch den Punkt einen größten Kreis senkrecht auf den Aequator zieht, so mißt der Bogen desselben, der zwischen den Punkt und den Aequator fällt, die Breite desselben. Man unterscheidet nördliche und südliche Breite. Alle größten Kreise aber, die senkrecht auf dem Aequator stehen, müssen einander in den Polen durchschneiden. Sie heißen Meridiane oder Mittagskreise.

Durch einen jeden Ort kann man sich einen Mittagskreis gezogen denken.

391. Die Breite allein ist noch nicht hinreichend, die Lage eines Orts zu bestimmen, indem sie nur den Parallelkreis bezeichnet, unter welchem er liegt. Bestimmt man aber auch den Winkel, den sein Meridian mit dem Meridian irgend eines andern als bekannt angenommenen Ortes macht, und bemerkt zugleich, nach welcher Seite von diesem der Winkel zu rechnen sey, so wird der Punkt des Parallelkreises, in welchem der Ort liegt, und folglich die Lage des

Ortes selbst bestimmt. Der gedachte Winkel aber heißt die Länge des Orts, und der angenommene Meridian der erste Meridian.

1. Da kein Meridian auf der Erdkugel von Natur eine Auszeichnung vor den übrigen bekommen hat, so ist es willkührlich, welchen man zum ersten annehmen will. Man hat ihn daher verschiedentlich bestimmt; gemeiniglich setzt man ihn jetzt 20° westlich von Paris.

2. Der Winkel, den zwey Meridiane mit einander machen, wird durch den Bogen des Aequators, der zwischen ihnen enthalten ist, bestimmt. Bey Bestimmung der Länge pflegt man von dem ersten Meridian ostwärts zu zählen; andere unterscheiden östliche und westliche Länge.

3. Die künstlichen Erdkugeln, auf denen die mathematische Eintheilung der Erde verzeichnet ist, sind zum Behuf der mathematischen Geographie ungemein brauchbar.

392. Man denke sich die Weltkörper in dem unermeßlichen Raume aufs mannigfaltigste vertheilt, und die Erde mitten darunter, so wird man von irgend einem Punkt ihrer Oberfläche über sich und rund umher Weltkörper erblicken, deren wahre Entfernung von der Erde und unter einander man mit den Augen um so weniger zu schätzen im Stande seyn wird, je größer sie wirklich ist. Man wird sie also nach einer gewöhnlichen Täuschung des Gesichts alle in ungefähr gleiche Entfernung von dem Auge setzen, und dieses zum Mittelpunkt machen. Da überdieß

unsere eigene Größe gegen die Größe der Erdkugel verschwindet, so wird sich diese in eine weite Ebene auszudehnen, und mit den Weltkörpern rund umher zusammen zu grenzen scheinen. Dadurch wird der Anblick entstehen, den wir Himmel nennen, der uns die Weltkörper als an der innern Fläche einer Halbkugel befindlich, und diese als auf der Erde ruhend darstellt.

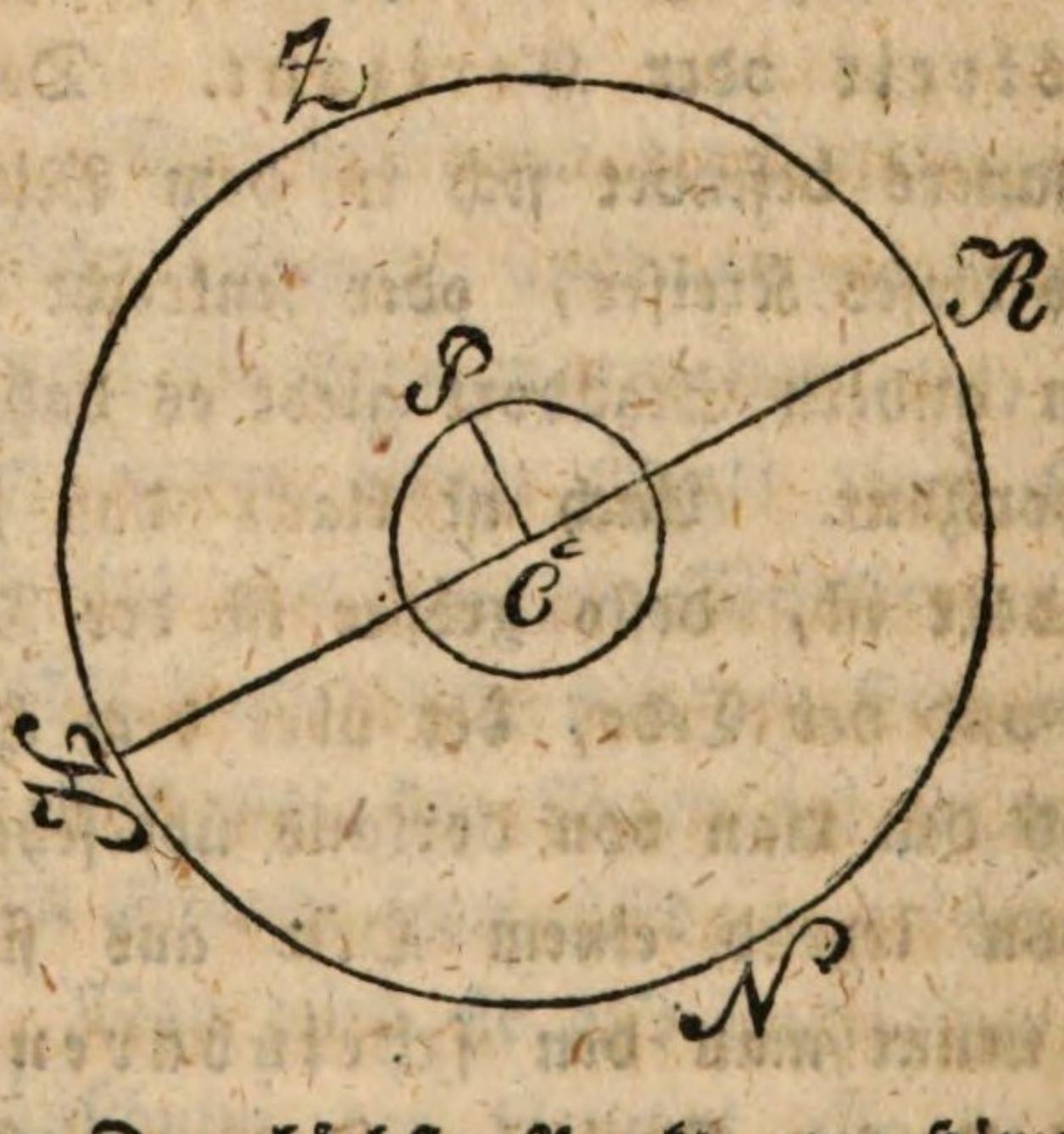
Unsere Einbildungskraft stellt uns selbst die leeren Zwischenräume zwischen den Weltkörpern als eine zusammenhängende Fläche vor, und bildet so den Himmel zu einem zusammenhängenden Ganzen.

393. Der Kreis, in welchem Himmel und Erde zusammen zu grenzen scheinen, heißt der Gesichtskreis oder Horizont. Das Auge des Zuschauers befindet sich in dem Mittelpunkt der Ebene dieses Kreises, oder senkrecht darüber. Für jeden andern Standort giebt es daher einen andern Horizont. Auch ist klar, daß je höher der Standort ist, desto größer ist der Theil des Himmels und der Erde, der über dem Horizonte liegt, und den man von dortaus übersehen kann. Diesen von irgend einem Orte aus sichtbaren Horizont nennt man den scheinbaren Horizont des Orts. Derjenige Kreis am Himmel aber, in welchem eine durch den Mittelpunkt der Erde gelegte, mit der Ebene des schein-

baren Horizonts parallele, Ebene den Himmel schneidet, heißt der wahre Horizont.

Wegen der ungeheuren Entfernung des Himmels in Vergleich mit der Größe der Erde schwindet diese gleichsam zu einem Punkt zusammen, und ihr Mittelpunkt wird der Mittelpunkt der Himmelskugel selbst. In einer freyen Ebene oder auf dem Meere fällt daher der scheinbare Horizont mit dem wahren zusammen. Auf Bergen sieht man noch unter diesen hin. Durch ihn wird die Himmelskugel in zwey Hälften getheilt. Man kann daher den Durchmesser desselben für irgend einen Ort der Erde leicht durch Zeichnung finden. Denn es sey C (Fig. 29.) der Mittelpunkt der Erde, HZRN der Himmel, und P der Ort, dessen wahrer Horizont gesucht wird, so ziehe man den Halbmesser CP, und senkrecht auf diesen HR durch den Mittelpunkt C; dieß ist die verlangte Linie.

Fig. 29.



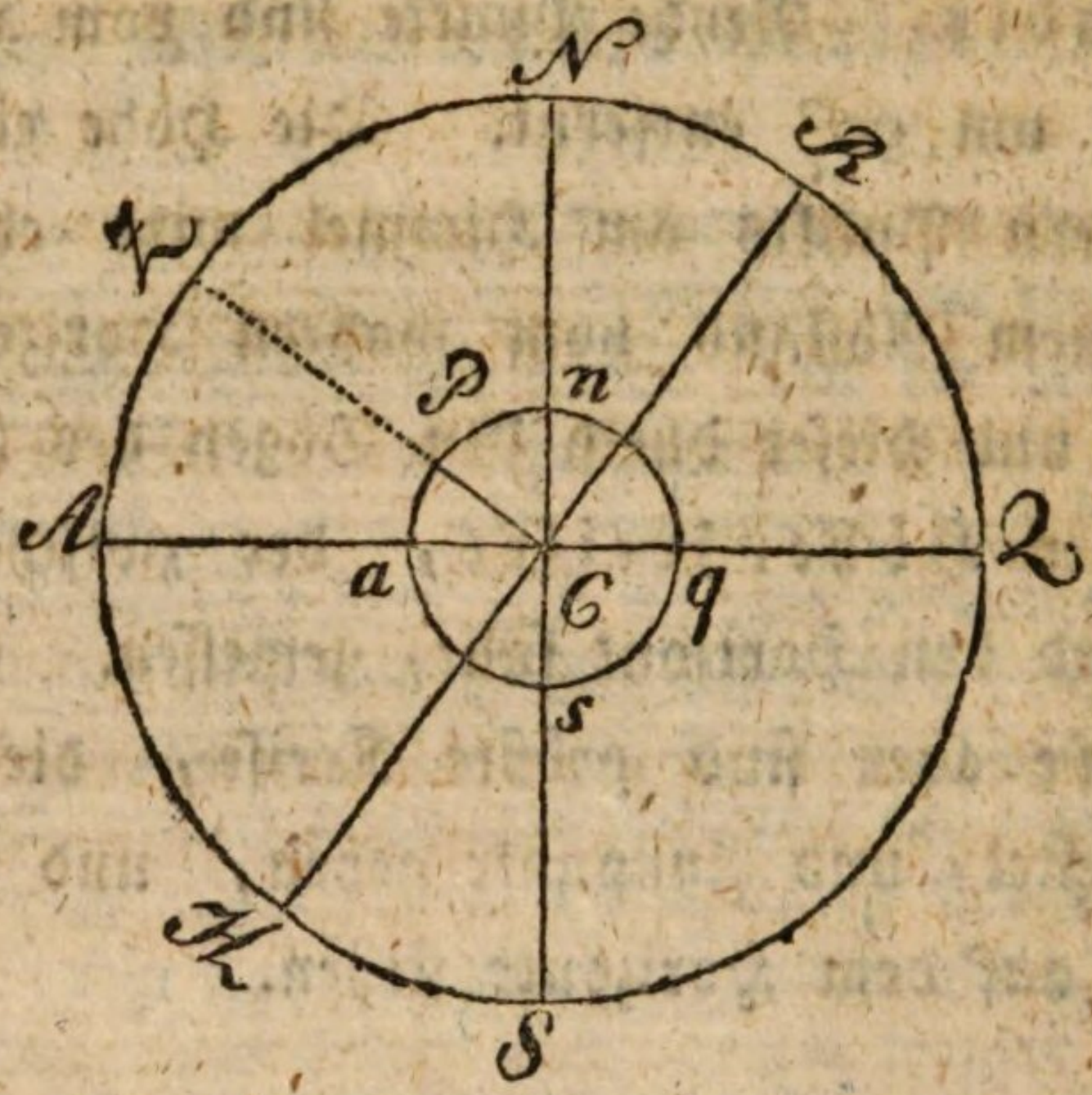
394. Der höchste Punkt am Himmel über dem Horizont eines Ortes liegt senkrecht über dem Orte, und heißt sein Scheitelpunkt oder Ze-

nith; ihm entgegengesetzt ist der Fußpunkt oder Nadir. Beyde Punkte sind vom wahren Horizont um 90° entfernt. Die Höhe eines jeden andern Punkts am Himmel wird ebenfalls nach seinem Abstand vom wahren Horizont bestimmt, und dieser durch den Bogen des Scheitel- oder Höhenkreises, der zwischen den Punkt und den Horizont fällt, gemessen. Scheitelkreise aber sind größte Kreise, die durch den Scheitel- und Fußpunkt gehen, und folglich senkrecht auf dem Horizonte stehen.

Durch die Höhe eines Gestirns wird nur der mit dem Horizont parallel laufende Kreis (Almucanthara th), in welchem es steht, bezeichnet. Um also seine Lage über dem Horizont ganz zu bestimmen, muß noch sein Azimuth, oder der Winkel, den sein Scheitelkreis mit dem Meridian des Orts am Himmel (396.) macht, angegeben werden.

395. Man verlängere die Erdachse und die Ebene des Aequators in Gedanken bis an den Himmel, so erhält man Achse, Pole und Aequator des Himmels, oder Weltachse, Weltpole und Weltäquator. Es sey in (Fig. 30.) die Erdachse, aq der Durchmesser des Erdäquators und ANQS der Himmel, so ist NS die Weltachse, N und S die Weltpole und AQ der Durchmesser des Weltäquators.

Fig. 30.



Diese Punkte und Linien sind unveränderlich; ihre Lage aber gegen den wahren Horizont eines Orts hängt von der Lage dieses Orts auf der Erdkugel ab. Ist dieser Ort einer der beyden Pole, so ist der gleichnamige Pol des Himmels sein Scheitelpunkt, und der Aequator des Himmels fällt mit dem wahren Horizont zusammen. Nimmt man einen Ort in dem Aequator der Erde an, so geht der Aequator des Himmels durch seinen Scheitelpunkt, und beyde Weltpole fallen in den Horizont. Denkt man sich endlich einen Ort P (Fig. 30.) zwischen dem Aequator und dem Pol, so schneidet der Aequator des Himmels den wahren Horizont unter dem Winkel ACH, und die Höhe des Weltpols N über dem Horizont ist NCR. Es ist

aber NCR = ACZ oder PCa, welches die Breite des Orts P ausdrückt. Daher wird die Breite eines Orts für gleichbedeutend mit ihrer Polhöhe genommen. Der Winkel aber, welchen Aequator und Horizont mit einander machen, ist der Ergänzungswinkel der Polhöhe zu einem rechten Winkel.

Die Astronomie lehrt verschiedene Methoden, die Polhöhe eines Orts und folglich seine Entfernung vom Aequator zu finden, wobey man nicht einmal nöthig hat, aus seiner Stube zu gehen.

396. Man denke sich endlich auch die Ebenen der Mittagskreise bis an den Himmel ausgedehnt, so erhält man ähnliche Kreise am Himmel, die von einem Weltpol zum andern gehen, und ebenfalls Mittagskreise oder Meridiane heißen. Jeder Ort auf der Erde also hat eben so gut seinen Meridian auf der Erde, als am Himmel; beyde liegen in derselben Ebene, und diese steht auf der Ebene des Horizonts senkrecht, und theilt die über derselben befindliche Halbkugel des Himmels wieder in zwey Hälften. Eben diese Kreise blos in Beziehung auf die Himmelskugel betrachtet, dienen dazu, den Abstand eines Gestirns vom Aequator des Himmels zu bestimmen, und heißen in dieser Rücksicht Abweichungs- oder Declinationskreise, so wie der Bogen eines solchen Kreises, der zwischen

ein Gestirn und den Aequator fällt, die Abweichung oder Declination des Gestirns heißt.

1. Der Meridian eines Orts am Himmel geht durch die Weltpole und das Zenith des Orts.

2. So wie man künstliche Erdkugeln hat, so hat man auch künstliche Himmelskugeln, die jedoch den Himmel nicht als eine hohle, sondern als eine erhabene Kugel darstellen, und zur Erläuterung der sphärischen Astronomie sehr brauchbar sind. In vielen Fällen kann ihre Stelle auch durch Himmelskarten ersetzt werden. Doch bedient man sich der Karten mehr zur Darstellung einzelner Theile des Himmels.

3. Um die Gestirne, bey der Menge derselben, leichter zu unterscheiden und sich am Himmel besser zu orientiren, hat man verschiedene Abtheilungen unter ihnen unter mancherley Namen gemacht; diese heißen im Allgemeinen Sternbilder. Einige darunter sind sehr alt, andere ganz neuern Ursprungs.

---

2. Von den Erscheinungen, die durch die Umdrehung der Erde um ihre Achse hervorgebracht werden.

397. Nimmt man an, die Erdkugel drehe sich um ihre Achse, doch ohne sich von der Stelle zu bewegen, so wird daraus eine scheinbare Umdrehung des Himmels um seine Achse in entgegengesetzter Richtung entstehen. Denn indem irgend ein Punkt ihrer Oberfläche vor einer Reihe von Himmelskörpern vorüberrückt, ändert sich seine Lage

gegen dieselben eben so, als ob er selbst stille stände, und die Himmelskörper sich nach der entgegengesetzten Seite vor ihm vorüber bewegten. Bewegung aber können wir nicht sehen, sondern wir schließen sie nur aus der veränderten Lage der Körper gegen einander. Wenn also die Gestirne ihre Lage gegen uns ändern, so schließen wir zwar mit Recht auf eine Bewegung; ob aber sie oder unsere Erde oder beyde sich wirklich bewegt haben, kann nicht durch den Augenschein entschieden werden. Wir täuschen uns hier um so leichter in unserm Urtheil, weil unser relativer Ort auf der Erde sich durch ihre Umdrehung nicht ändert, und wir selbst weder einen eigenen Aufwand von Kräften dazu brauchen, noch sonst einen unmittelbaren Eindruck dieser Bewegung erhalten. Es ist aber jetzt durch vielfache Gründe außer Zweifel gesetzt, daß die Bewegung des Himmels nur scheinbar sey, und die Erde dagegen sich wirklich bewege.

1. Der Umstand, daß die Himmelskörper bey ihrer Bewegung ihre Lage gegen einander nicht ändern, folglich alle in der nehmlichen Zeit ihren Weg um die Erde vollenden müßten, so ungleich auch ihre Bahnen sind, ist ein Hauptgrund für die Umdrehung der Erde.

2. Der Einwurf, daß ein Stein, den man an der Abendseite eines Thurms herunterfallen ließe, in beträchtlicher Entfernung von dem Thurm zur Erde kommen müßte, wenn die Erde sich um ihre Achse drehte, läßt sich aus Gründen der zusammengesetzten Bewegung leicht widerlegen. Dagegen giebt eben der Fall der Kör-

per aus etwas beträchtlichen Höhen, nach neuerlich angestellten Versuchen, einen unmittelbaren Beweis für die Umdrehung der Erde. (Benzenbergs Versuch über die Umdrehung der Erde. Dortmundt 1805. 4.)

3. Die Meinung, als ob wir die Bewegung der Erde ihrer großen Geschwindigkeit wegen nicht gewahr würden, ist irrig.

4. Dreht sich die Erde um ihre Achse, so ist eben dadurch die Lage dieser Linie, folglich auch aller übrigen davon abhängigen Punkte und Linien auf der Erdkugel bestimmt.

398. Die Zeit, in welcher die Erde sich einmal herumdreht, heißt überhaupt ein Tag, und die scheinbare Bewegung der Gestirne, welche daraus entspringt, heißt ihre tägliche oder gemeine Bewegung, so wie der Kreis, den ein jedes dadurch zu beschreiben scheint, sein Tagekreis oder Parallelkreis, weil er dem Aequator des Himmels parallel läuft. Die Lage dieser Kreise gegen den Horizont ist also eben so verschieden, als die Lage des Aequators und der Weltachse gegen denselben (395.). Für einen Ort unter einem der beyden Pole der Erde gehen sie dem Horizont parallel, und ein Zuschauer daselbst wird also ein jedes Gestirn in immer gleichem Abstand vom Horizont sich herumbewegen sehen (parallele Himmelskugel, sphaera parallela). Hier findet kein Auf- und kein Untergang statt. Unter dem Aequator scheint ein jeder Himmelskörper in

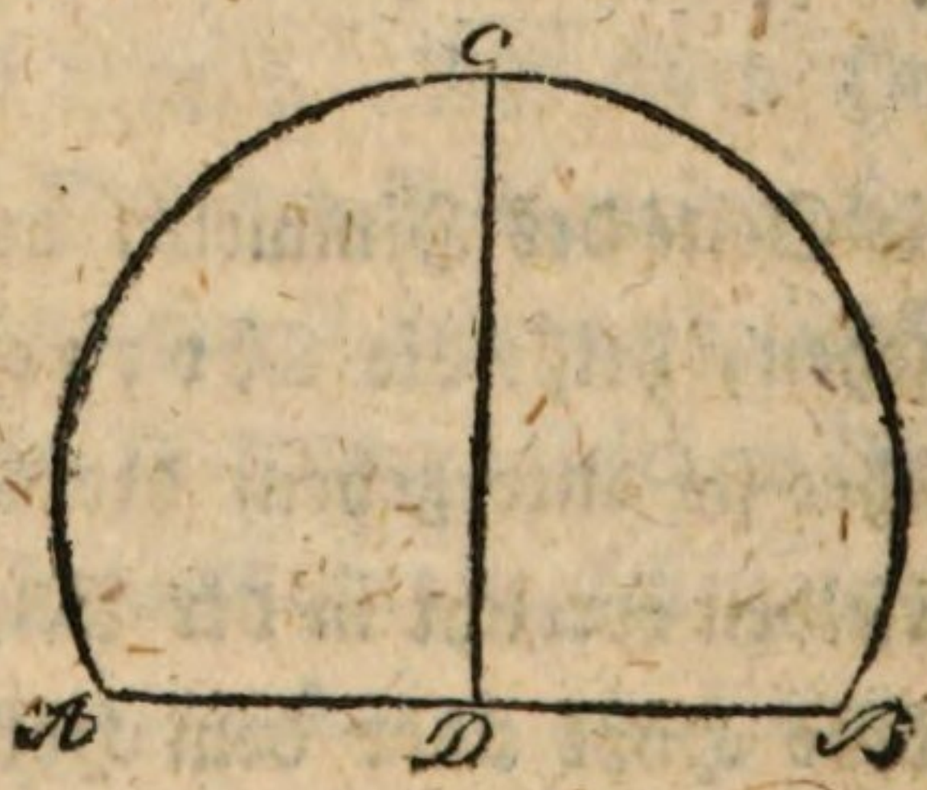
einer auf der Ebene des Horizonts senkrechten Ebene auf- und unter zu gehen, und es fällt die eine Hälfte seines Tagekreises über, und die andere unter den Horizont — (senkrechte Himmelskugel, sphaera recta). An einem Orte zwischen dem Aequator und einem Pol sind die Ebenen dieser Kreise unter eben dem Winkel gegen den Horizont geneigt, als der Aequator selbst, und die Himmelskörper bewegen sich in einer schiefen Richtung gegen ihn — (schiefe Himmelskugel, sphaera obliqua).

Unter den Polen bekommt man nur die Gestirne der einen Halbkugel des Himmels zu Gesicht, behält sie aber beständig über dem Horizont. Unter dem Aequator sind alle Gestirne sichtbar, jedes aber nur während der Hälfte seines Laufes. Zwischen dem Aequator und den Polen sieht man Gestirne aus beyden Halbkugeln, aber in ungleichen Theilen ihres Laufes. Diejenigen, die innerhalb der Polhöhe liegen, gehen gar nicht unter; dagegen kommen diejenigen, die von dem entgegengesetzten Pol um weniger als die Polhöhe entfernt sind, gar nicht zum Vorschein.

399. Die Seite des Himmels, auf welcher die Gestirne aufgehen, heißt die Morgenseite, und die, auf welcher sie untergehen, die Abendseite. Ein jedes derselben erreicht in der Mitte seines Laufes seine größte Höhe über dem Horizont. Denn es sey ACB (Fig. 31.) der Tagebogen eines Gestirns, d. i. der Bogen, den es über der Ebene

des Horizonts AB durchläuft, so wird dieser durch das Perpendikel CD auf die Mitte der Sehne AB halbirt, und CD ist zugleich das größte unter allen Perpendikeln von AB nach ACB; folglich liegt C am höchsten über der Ebene des Horizonts, unter welchem Winkel auch ACB dagegen geneigt sey. Man kann sich also die Halbkugel des Himmels über dem Horizont durch eine auf den Horizont senkrechte Ebene in zwey Hälften getheilt vorstellen: in der einen steigen die Gestirne empor, und in der andern senken sie sich wieder herab, so daß sie in der Ebene selbst ihre größte Höhe erreichen. Diese Ebene muß durch die Weltpole gehen, um welche die Himmelskugel sich dreht, und ist also keine andere, als die Ebene des Meridians selbst (396.). Folglich erreichen die Gestirne in dem Meridian eines Ortes ihre größte Höhe über dem Horizont desselben.

Fig. 31.



1. Wenn ein Gestirn durch den Meridian eines Orts geht, so nennt man dieß culminiren.

2. Von den Punkten, in welchen der Meridian und der Horizont eines Orts einander schneiden, heißt derjenige, dem der Nordpol des Himmels zunächst liegt, Mitternacht oder Norden, und der andere Mittag oder Süden, und die gerade Linie zwischen beyden die Mittagslinie. Eine Linie in der Ebene des Horizonts senkrecht auf die Mittagslinie schneidet den Horizont auf der Morgenseite im wahren Morgen oder Osten, und auf der Abendseite im wahren Abend oder Westen. Diese vier Punkte heißen Cardinalpunkte. Durch fortgesetzte Halbirung der zwischen ihnen enthaltenen Bogen lassen sich noch mehrere Punkte des Horizonts bestimmen. Man unterscheidet gemeiniglich 32 solcher Punkte, die von den Schiffern die 32 Winde genannt werden.

3. Eine Mittagslinie zu ziehen, ist eine Aufgabe der praktischen Astronomie, die vornehmlich vermittelst des täglichen Laufes der Sonne aufgelöst wird. — Der wahre Morgen und wahre Abend sind die Punkte in denen der Aequator und der wahre Horizont einander schneiden.

4. Da die Himmelskugel sich in der entgegengesetzten Richtung herum zu drehen scheint, in der die Erde sich wirklich herumdreht, so geht die Umdrehung der Erde von Abend gegen Morgen.

400. Die Zeit, welche zwischen zwey zunächst auf einander folgenden Culminationen eines Sterns verstreicht, heißt ein Tag der ersten Bewegung oder ein Sterntag. Man theilt ihn in 24 Stunden ein; folglich durchläuft ein Stern in seiner scheinbaren Bewegung alle Stunden einen Bogen von 15°. Wenn daher zwey Orte auf der Erde um 15° in der Länge von einander verschieden

sind, so wird der, welcher weiter gegen Morgen liegt, denselben Stern eine Stunde früher in seinen Meridian bekommen, als der andere. Man kann also aus der Zeit, welche zwischen der Culmination eines und ebendesselben Sterns an zwey verschiedenen Orten verstreicht, den Längenunterschied beyder Orte finden.

1. Hierauf gründet sich die in der praktischen Astronomie so häufig vorkommende Verwandlung der Zeit in Bogen, und umgekehrt:

1 Stunde in Zeit ist = 15° im Bogen
1 Minute — — — = 15′ — —
1 Secunde — — — = 15″ — —

2. Man hat heutzutage Uhren, die man von einem Ort zum andern bringen kann, ohne daß ihr sehr gleichförmiger Gang merklich dadurch gestört wird. Dergleichen dienen sehr bequem zu Längenbestimmungen. Die grösern Arten heißen Längenuhren, Seeuhren, auch Zeithalter (engl. time keepers); die kleinern, den Taschenuhren ähnlich, Chronometer. Alle astronomischen Methoden zur Bestimmung der Länge eines Orts laufen darauf hinaus, den Zeitunterschied dieses und eines andern Orts zu finden, und erfordern genaue Uhren.

3. Eine Uhr, die in dem 24sten Theil eines Sterntages um eine Stunde fortrückt, geht nach Sternenzeit.

401. Auch die Sonne scheint täglich einen Parallelkreis zu durchlaufen, und bringt durch diese Bewegung den Wechsel von Tag und Nacht hervor. Wenn sie in den Mittagskreis eines Ortes

tritt, so ist daselbst Mittag, weßhalb eben jener Kreis seinen Namen hat. Die Zeit aber, die von einem Mittag bis zum andern verstreicht, heißt ein Sonnentag, und dieser ist aus weiter unten anzuführenden Gründen (410.) um etwas weniges länger als ein Sterntag. Er wird ebenfalls in 24 Stunden eingetheilt. In jeder Stunde also scheint die Sonne vor einem Bogen von 15° auf der Erde vorüber zu rücken, oder wenn zwey Orte auf der Erde um 15° in der Länge verschieden sind, so hat der eine eine Stunde früher Mittag als der andere. Man kann also den Längenunterschied zweyer Orte auch aus dem Unterschied ihres Mittags oder aus ihrem Zeitunterschied finden.

1. Die tägliche Bewegung der Sonne dient also eben sowohl als die tägliche Bewegung der Sterne zu Längenbestimmungen; und die Verwandlung der Bogen in Zeit und umgekehrt läßt sich auch bey der Sonne gebrauchen. — Eine Uhr, die in dem 24sten Theile eines Sonnentages um eine Stunde fortrückt, und zu Mittag auf Zwölfe zeigt, geht nach wahrer Zeit.

2. Wenn die Sonne in dem Mittagskreise eines Ortes A steht, so haben alle Orte, die unter demselben Mittagskreise liegen, zugleich Mittag; diejenigen aber, die in dem entgegengesetzten Halbkreise liegen, haben Mitternacht. Orte, die um 15 Grad in der Länge von A verschieden sind, haben auf der östlichen Seite 1 Uhr, auf der westlichen 11 Uhr u. s. w. so daß alle Tageszeiten zugleich auf der Erde anzutreffen sind.

402. Wäre es möglich, daß jemand auf der Erde sich so schnell fortbewegte, daß er in einer

Stunde ebenfalls einen Weg von 15 Graden zurücklegte, oder binnen 24 Stunden um die ganze Erde herumkäme, so würde er, wenn er um Mittag von einem Ort A ausreiste, und auf dem Parallelkreise in eben der Richtung fortginge, in welcher die Sonne scheinbar am Himmel fortrückt, diese in der ganzen Zeit nicht untergehen sehen, sondern sie beständig in seinem Meridian haben. In derselben Zeit also, in welcher man an dem Orte A einen Wechsel von Tag und Nacht gehabt hätte, würde er immer Tag behalten haben. Gesetzt aber auch, er hätte unterwegs mehrere Rasttage gemacht, so würde auf jeden derselben auch ein Tag in A zu rechnen seyn; folglich würde er immer, wenn er nach A zurückkäme, den Wechsel von Tag und Nacht einmal weniger gehabt haben, als er unterdessen in A statt gefunden hat. Anstatt der Rasttage aber kann man annehmen, die Reise gehe überhaupt langsamer, dennoch wird am Ende der Erfolg der nehmliche seyn müssen. Wenn man also eine Reise um die Erde in der Richtung von Morgen nach Abend macht, so zählt man am Ende einen Tag (eigentlich einen Wechsel von Tag und Nacht) weniger, als an dem Orte, von wo man ausreiste; umgekehrt, macht man die Reise in der Richtung von Abend nach Morgen, so zählt man am Ende einen Tag mehr.

Bey der Reise von Magellan bemerkte man diesen Unterschied zuerst mit vieler Verwunderung, fand aber doch bald die wahre Ursache davon.

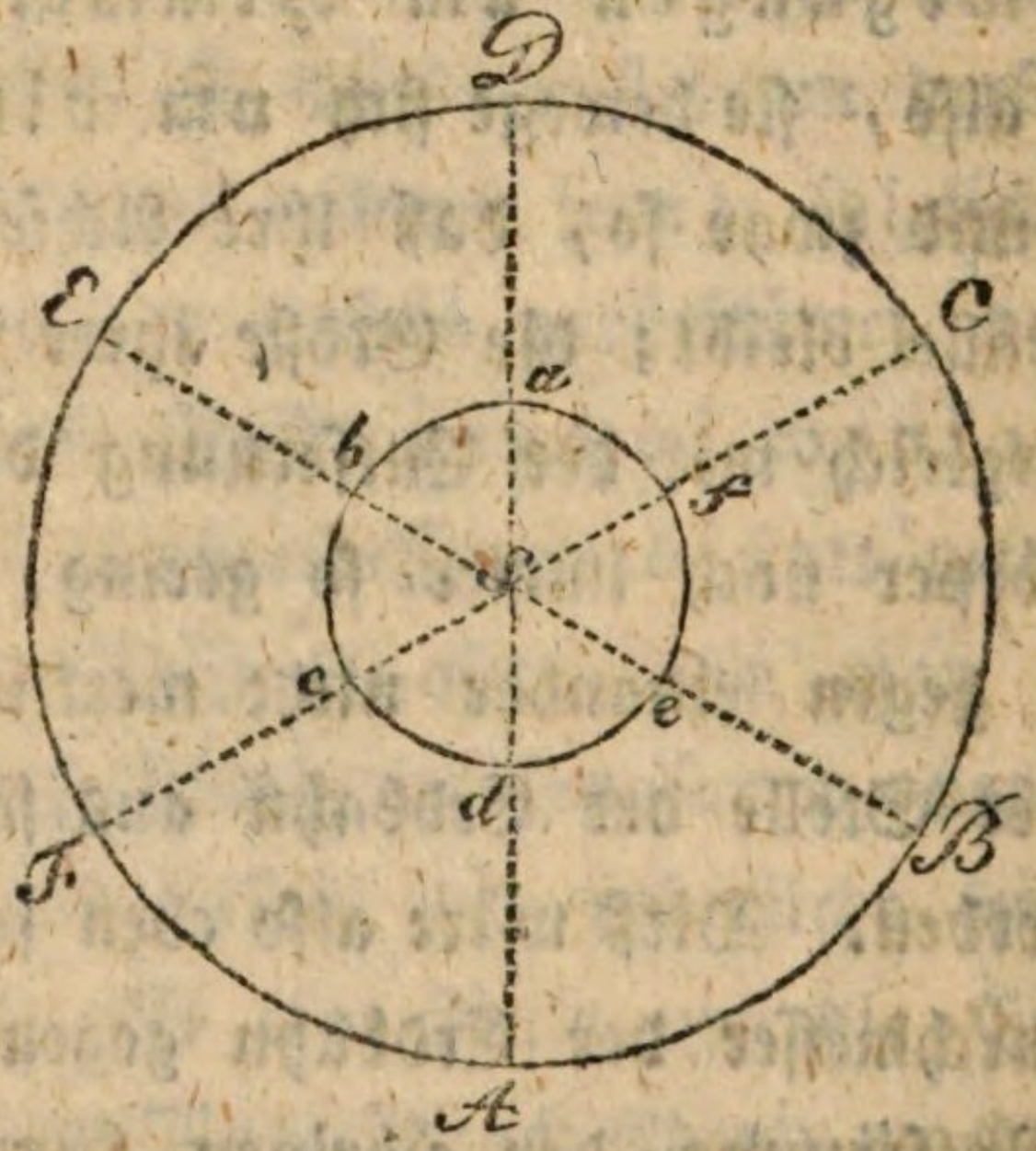
---

3. Von den Erscheinungen, die von der fortschreitenden Bewegung der Erde abhängen.

403. Wenn sich die Erde nicht blos um ihre Achse dreht, sondern zugleich eine fortschreitende Bewegung hat, so können auch dadurch scheinbare Bewegungen am Himmel entstehen. Man setze also, sie bewege sich um die Sonne herum, und zwar so, daß ihre Achse sich selbst immer parallel bleibt; die Größe ihrer Bahn aber sey in Vergleich mit der Entfernung der übrigen Himmelskörper noch immer so gering, daß diese ihre Lage gegen einander nicht merklich ändern, von welcher Stelle der Erdbahn aus sie auch betrachtet werden. Dieß wäre also eben so viel, als ob der Durchmesser der Erdbahn gegen die unermeßliche Entfernung der übrigen Himmelskörper verschwände, oder als ob die Erde in Rücksicht dieser Weltkörper sich wirklich nicht bewegte. Folglich würden die Pole, die Achse, der Aequator des Himmels unverrückt dieselben bleiben, und die scheinbare Bewegung am Himmel träfe zunächst nur die Sonne.

404. Es befinde sich nehmlich die Sonne in S (Fig. 32.), der Kreis abcdef stelle die Erdbahn, und ABCDEF einen Kreis am Himmel vor; so ist klar, daß die Sonne, von a aus betrachtet, bey A zu stehen scheinen muß; rückt die Erde von a nach b, so wird die Sonne von A nach B zu gehen scheinen; steht jene in c, so erscheint diese in C u. s. w. Während also die Erde den Kreis abcdef durchläuft, scheint die Sonne den Kreis ABCDEF am Himmel zu durchlaufen.

Fig. 32.



Da nun die Entfernung der Erde von der Sonne gegen die Entfernung der übrigen Weltkörper, die den Himmel auszumachen scheinen, so gut wie nichts seyn soll, so sieht es eben so aus, als ob die Erde in der Mitte ruhte, und die Sonne sich am Himmel

um sie herum bewegte. Dieß ist der Fall, in dem wir uns wirklich befinden. Ob also diese Bewegung der Sonne eine wirkliche oder scheinbare Bewegung sey, kann wieder eben so wenig durch den Augenschein entschieden werden, als es bey der täglichen Bewegung geschehen konnte; durch die untrüglichsten astronomischen Gründe aber ist es längst dargethan, daß die Sonne ruhe, und die Erde sich so um sie herum bewege, als hier angenommen worden ist.

1. Zur Erläuternng der Erscheinungen, die aus dieser Bewegung entspringen, ist es bequem, sich dem sinnlichen Schein gemäß auszudrücken, als ob die Erde ruhte und die Sonne sich bewegte.

2. Kann man gleich die Sterne dicht bey der Sonne nicht erkennen, so kann man sie doch, kurz vor dem Aufgange und nach dem Untergange derselben, in einiger Entfernung von ihr sehen, und folglich den Weg, den sie am Himmel zu nehmen scheint, bemerken.

405. Die Sonnenbahn oder Ecliptik durchschneidet den Aequator des Himmels unter einem Winkel von 23° 28′; folglich macht die Erdbahn mit der Ebene des Erd-Aequators eben diesen Winkel. Man kann also die fortschreitende Bewegung der Erde nicht als eine Folge ihrer Umdrehung ansehen. Da Aequator und Ecliptik größte Kreise sind, so halbiren sie einander. Ihre Durchschnitte heißen Aequinoctial-, oder

Nachtgleichenpunkte, und zwar heißt der eine der Frühlings- und der andere der Herbst-Nachtgleichenpunkt. Ein größter Kreis durch diese beyden Punkte und durch die Weltpole wird der Colur der Nachtgleichen genannt. Der Frühlings-Nachtgleichenpunkt dient am Himmel zu ähnlicher Bestimmung der Lage der Himmelskörper, als der Durchschnittspunkt des ersten Meridians und des Aequators auf der Erdkugel (391.). Der Bogen des Aequators nehmlich, der zwischen dem Frühlings-Nachtgleichenpunkt und dem Abweichungskreise eines Gestirns enthalten ist, heißt seine gerade Aufsteigung (ascensio recta). Auch bestimmt man die Lage der Gestirne gegen die Ecliptik, und nennt ihren Abstand von derselben die Breite, und den Bogen der Ecliptik, der zwischen dem Frühlings-Nachtgleichenpunkt und ihrem Breitenkreise enthalten ist, die Länge.

1. Bey der geraden Aufsteigung sowohl, als bey der Länge zählt man von dem Frühlings-Nachtgleichenpunkt nach der Seite zu, wo der nördliche Theil der Ecliptik hinfällt.

2. Die Punkte der Himmelskugel, die von der Ecliptik 90° abstehen, heißen Pole der Ecliptik. Ein jeder von diesen ist von dem ihm zunächst liegenden Weltpol ebenfalls 23° 28′ entfernt.

406. Man theilt die Ecliptik in 12 gleiche Theile, die den Namen der 12 himmlischen

Zeichen führen. Auch diese Eintheilung fängt bey dem Frühlings-Nachtgleichenpunkt an, und die Ordnung der Zeichen geht durch den nördlichen Theil der Ecliptik nach dem südlichen fort. In den Anfang des vierten Zeichens, des Krebses, oder 90 Grade vom Frühlings-Nachtgleichenpunkt, fällt derjenige Punkt des nördlichen Theils der Ecliptik, der die größte Abweichung vom Aequator hat; und auf der südlichen Seite ist es der Punkt, der in den Anfang des Steinbocks oder in den 271sten Grad der Länge fällt. Diese Punkte heißen Sonnenstillstandspunkte, Solstitialpunkte, auch Sonnenwendepunkte — weil die Sonne hier in ihrem Zurückgehen vom Aequator stille zu stehen scheint, oder sich nun wieder nach dem Aequator hin wendet — und ein Kreis durch diese Punkte und die Weltpole heißt der Colur der Sonnenwende. Durch eben diese Punkte denkt man sich ein Paar Kreise dem Aequator parallel gezogen, und nennt sie Wendekreise, und zwar den nördlichen den Wendekreis des Krebses (tropicus cancri), und den südlichen den Wendekreis des Steinbocks (tropicus capricorni). Innerhalb dieser Kreise also ist die Sonnenbahn am Himmel eingeschränkt.

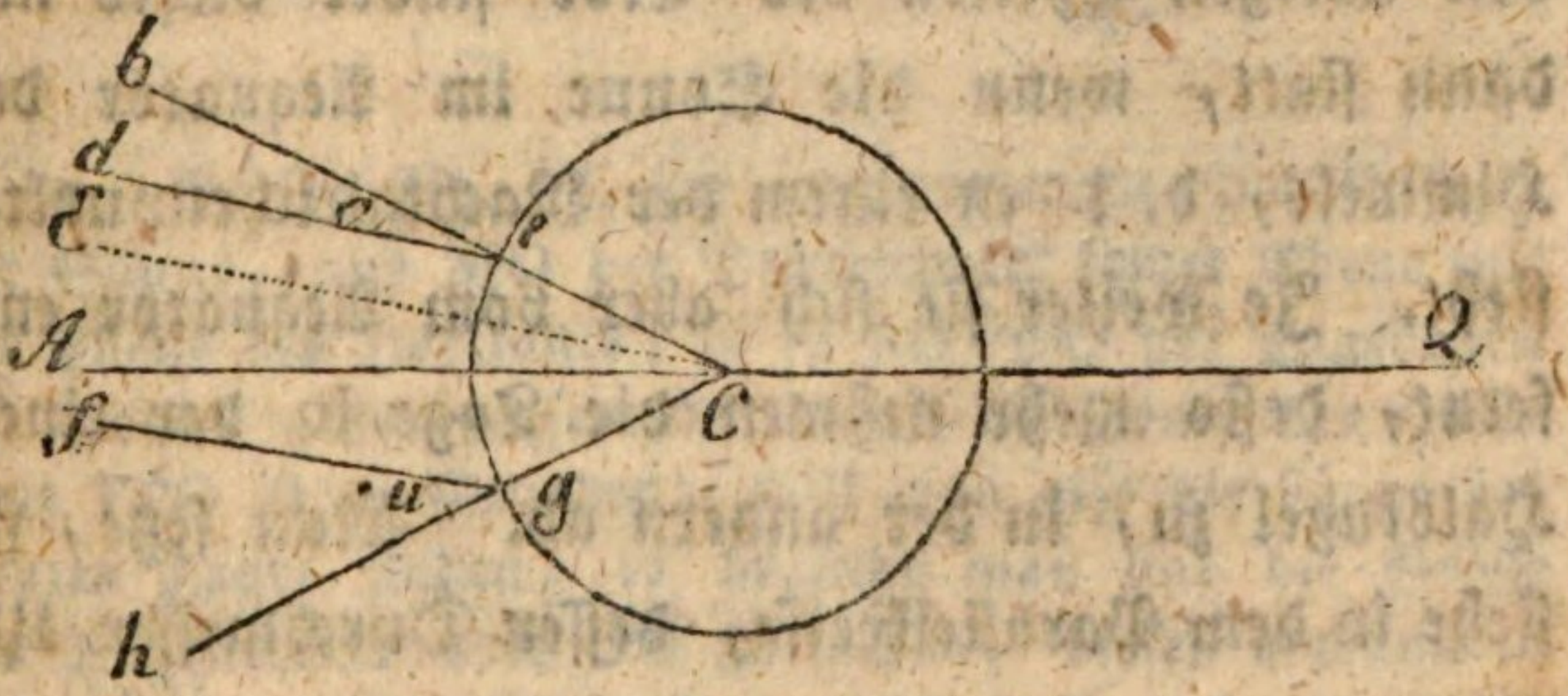
Die Namen der 12 himmlischen Zeichen und ihre Bezeichnungen sind: Widder ♈, Stier ♉, Zwillinge ♊,

Krebs ♋, Löwe ♌, Jungfrau ♍, Wage ♎, Scorpion ♏, Schütz ♐, Steinbock ♑, Wassermann ♒, Fische ♓. Diese Benennungen rühren von den Sternbildern her, die ehedem in diesen Zeichen gestanden haben. Man muß also zwischen den Zeichen und den Sternbildern gleiches Namens wohl unterscheiden.

407. Die Zeit, welche die Sonne gebraucht, um ihre scheinbare Bahn zu durchlaufen, heißt ein Sonnenjahr oder schlechtweg ein Jahr. Es besteht aus 365 Tagen, oder genauer 365 Tagen, 5 Stunden, 48 Minuten, 48 Secunden. Dieser Zeitraum wird wieder in vier, jedoch nicht ganz gleiche, Theile, die vier Jahreszeiten, getheilt: den Frühling, der bey uns in die Zeit fällt, wo die Sonne den Weg vom Frühlings-Nachtgleichenpunkt bis zum nördlichen Solstitialpunkt durchläuft; den Sommer, der den Theil ihrer Bahn vom nördlichen Solstitialpunkt bis zum Herbst-Nachtgleichenpunkt begreift; von hier bis zur südlichen Sonnenwende geht die Dauer des Herbstes; und der übrige Theil gehört dem Winter zu. Der Unterschied der Jahreszeiten rührt von der verschiedenen Wirkung der Sonnenstrahlen auf die Erde nach dem verschiedenen Stande der Sonne her. Befindet sich die Sonne in einem der Nachtgleichungspuukte, so steht sie im Aequator des Himmels, folglich gerade über dem Aequator der Erde; folglich fallen ihre

Strahlen auf beyde Hälften der Erdkugel gleich auf. Von jedem andern Punkt ihrer Bahn aber werden ihre Strahlen auf die eine Halbkugel der Erde unter ganz andern Winkeln geworfen, als auf die andere. Denn gesetzt, sie sey in einem Punkt E (Fig. 33.) des nördlichen Theils der Ecliptik, so kann man annehmen, daß ihre Strahlen mit EC parallel auf die Erde fallen. Auf den Ort e also werden sie in der Richtung de auffallen, und mit dem Perpendikel bc den Winkel o machen. Ist nun g in der andern Halbkugel eben so weit vom Aequator als e, so macht der auffallende Strahl fg mit dem Perpendikel hg den Winkel u, der beträchtlich größer als o ist.

Fig. 33.



Je mehr aber die Lichtstrahlen, die auf eine Fläche fallen, vom Perpendikel abweichen, oder je schiefer sie auffallen, desto schwächer ist ihre Wirkung. Während also die Sonne die nördliche Hälfte der Ecliptik durchläuft, ist ihre Wir-

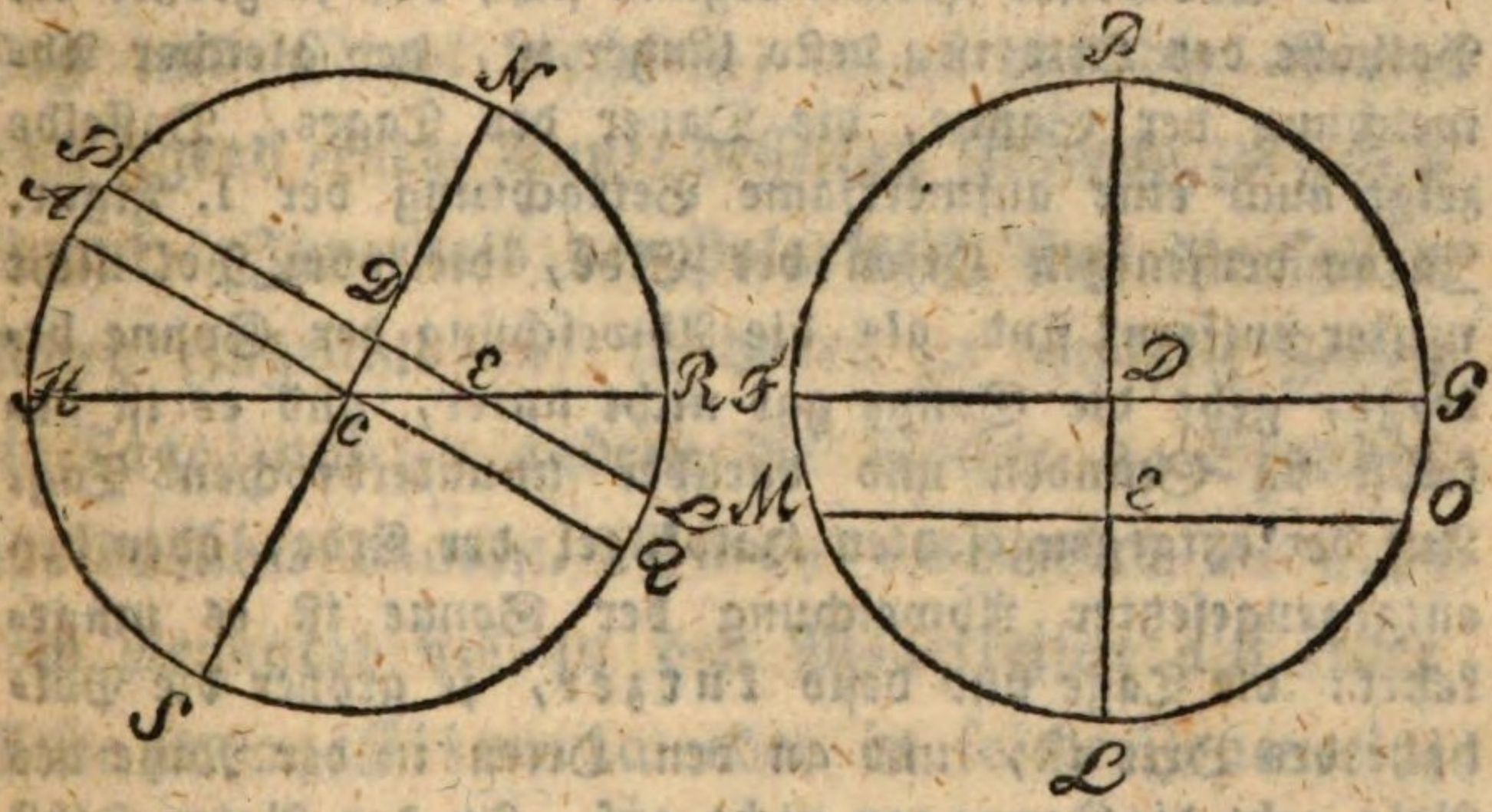
kung auf die südliche Halbkugel der Erde geringer als auf die nördliche; und das Umgekehrte findet statt, wenn sie den südlichen Theil durchläuft.

Ist überhaupt die Abweichung der Sonne = d, die Breite eines Ortes = b, so ist der Winkel, den die Strahlen mit dem Perpendikel machen, auf derselben Seite des Aequators, auf welcher die Sonne steht, = b — d, und auf der entgegengesetzten = b + d.

408. Auch die Beleuchtung der Erdkugel durch die Sonne oder die Dauer des Tages ist an den verschiedenen Orten der Erde nach dem verschiedenen Stande der Sonne verschieden. Nur diejenigen Orte, die gerade unter dem Aequator liegen, haben beständig Tag und Nacht gleich; in den übrigen Theilen der Erde findet dieses nur dann statt, wenn die Sonne im Aequator des Himmels, d. i. in einem der Nachtgleichenpunkte, steht. Je weiter sie sich aber vom Aequator entfernt, desto mehr nehmen die Tage in der einen Halbkugel zu, in der andern ab. Man setze, sie stehe in dem Parallelkreise, dessen Durchmesser PL (Fig. 34.) ist; AQ sey der Durchmesser des Aequators, NS die Achse des Himmels, und HR der Durchmesser des wahren Horizonts, so drückt PE den Theil von dem Durchmesser des Parallelkreises aus, dessen zugehöriger Bogen über dem Horizonte liegt, folglich den Tagebogen der Sonne

ausmacht; EL hingegen den Theil, dessen zugehöriger Bogen unter den Horizont fällt. So wie diese Bogen, so verhalten sich Tag und Nacht an den Orten, deren Horizont HR, oder deren Polhöhe NR ist, bey der angenommenen Abweichung der Sonne.

Fig. 34. Fig. 35.



1. Es sey Fig. 35. der angenommene Parallelkreis der Sonne, und MO der Durchschnitt seiner Ebene mit der Ebene des Horizonts, so ist MFPGO der Tagebogen der Sonne. Von diesem durchläuft die Sonne den Halbkreis FPG in 12 Stunden; will man also die Länge des ganzen Tages finden, so braucht man nur die Größe des Bogens MF oder OG zu suchen, diesen alsdann in Zeit zu verwandeln, und das Doppelte davon zu 12 Stunden hinzu zu addiren. Setzt man aber die Declination der Sonne AP = D, und die Polhöhe NR = P so ist

(Fig. 34.) CD : DE = r : tang P
und CA : CD = r : Sin D

folglich CA : DE = r : tang P. Sin D

ferner ist (Fig. 35.) DP : DE = r : Sin MF

folglich CA : DP = Sin MF : tang P. Sin D

(Fig. 34.) CA : DP = r : cos D

folglich r : cos D = Sin MF : tang P. Sin D

folglich Sin MF = r tang P. $\frac{\text{Sin D}}{\text{Cos D}}$ = tang P. tang D.

2. Aus dieser Formel ergiebt sich, daß je größer die Polhöhe des Orts ist, desto länger ist, bey gleicher Abweichung der Sonne, die Dauer des Tages. Dasselbe zeigt auch eine aufmerksame Betrachtung der I. Figur. Ja an denjenigen Orten der Erde, die vom Pol nicht weiter entfernt sind, als die Abweichung der Sonne beträgt, geht die Sonne gar nicht unter, und es ist daselbst 24 Stunden und darüber ununterbrochen Tag. Auf der entgegengesetzten Halbkugel der Erde, oder bey entgegengesetzter Abweichung der Sonne ist es umgekehrt: die Tage sind desto kürzer, je größer die Polhöhe des Orts ist, und an den Orten in der Nähe des Pols geht die Sonne gar nicht auf. In den Polen selbst ist ohne Rücksicht auf Strahlenbrechung ein halbes Jahr Tag, und eben so lange Nacht — also das ganze Jahr eine große Tag- und Nachtgleiche.

409. Nach dem verschiedenen Stande der Sonne gegen die Erde und der daraus entstehenden verschiedenen Beleuchtung und Erwärmung derselben hat man die Erde verschiedentlich eingetheilt: erstens in fünf sogenannte Zonen — die heiße, die beyden gemäßigten, und die beyden kalten. Die erstere begreift denjenigen Erdstrich zu beyden Seiten des Aequators, über wel-

chem senkrecht am Himmel der Sonnenlauf einge-
schränkt ist. Sie geht daher bis auf 23° 28′ zu
beyden Seiten des Aequators, und wird durch die
Wendekreise begrenzt. Die gemäßigten Zonen
gehen von den Wendekreisen bis zu den Polar-
kreisen, deren jeder 23° 28′ von seinem Pol ab-
steht, und begreifen den Theil der Erde, in wel-
chem bey jeder Umdrehung oder alle 24 Stunden
Tag und Nacht wechseln, ohne daß die Sonne
über irgend einem Punkt desselben senkrecht zu stehen
kommt. Innerhalb der Polarkreise sind die kalten
Zonen eingeschlossen, in denen zu gewissen Zeiten
die Tage, und zu andern die Nächte 24 Stunden
und darüber dauern. Zweytens wird die Erde
vom Aequator bis zu den Polarkreisen auf jeder
Seite in 24 Klimata oder in solche Zonen ein-
getheilt, an deren Grenzen der Unterschied des
längsten Tages eine halbe Stunde beträgt; und
von den Polarkreisen bis zu den Polen auf jeder
Seite noch in sechs, an deren Grenzen die Dauer
des längsten Tages um einen ganzen Monat ver-
schieden ist.

Die Bewohner der heißen Zone werden in Rücksicht
auf den Schatten, den sie zu Mittag werfen, un-
schattige (ascii), auch zweyschattige (amphiscii);
die der gemäßigten Zonen einschattige (heteroscii),
und die der kalten Zonen umschattige (periscii)
genannt.

410. Die scheinbare Bewegung der Sonne ist endlich auch Ursache, daß ein Sonnentag (401.) etwas größer ist, als ein Sterntag (400.). Denn während der Umdrehung des Himmels bleibt die Sonne nicht unverrückt, wie die meisten Sterne, auf derselben Stelle, sondern bewegt sich um ein kleines Stück in der Ecliptik vorwärts, d. h. von Abend gegen Morgen, also der täglichen Bewegung des Himmels entgegen. Sie kommt also etwas später als ein Stern, mit dem sie zugleich in dem Meridian eines Orts gestanden hat, in diesen wieder zurück. Aber auch die Geschwindigkeit, mit der sie sich bewegt, ist nicht immer gleich, und daher ist das Stück, um welches sie täglich fortrückt, von ungleicher Größe. Noch mehr, es ist ein Bogen der Ecliptik, und hat daher an verschiedenen Stellen derselben eine verschiedene Neigung gegen den Aequator, so daß ein Paar Abweichungskreise durch seine Endpunkte gezogen, nicht immer gleiche Winkel einschließen. Aus diesen beyden Ursachen sind die Sonnentage selbst ungleich. Nimmt man das Mittel aus der größten und kleinsten Bewegung der Sonne, und bestimmt darnach die Größe des Sonnentages, so erhält man einen mittlern Sonnentag.

1. Die Astronomen unterscheiden daher zwischen Sternzeit, wahrer Zeit und mittlerer Zeit. Ein mittlerer Sonnentag ist um 3 Min. 56 Sec. länger

als ein Sterntag. Der Unterschied zwischen mittlerer und wahrer Zeit heißt die Zeitgleichung, und diese geht zweymal im Jahr bis auf eine Viertelstunde.

2. Die astronomischen Uhren gehen entweder nach Sternzeit oder nach mittlerer Zeit. Ueberhaupt können Uhren, die durch Räderwerke getrieben werden, nicht lange nach wahrer Zeit gehen, weil sie einen sehr ungleichen Gang haben müßten. Dagegen zeigen gut eingerichtete Sonnenuhren die wahre Zeit.

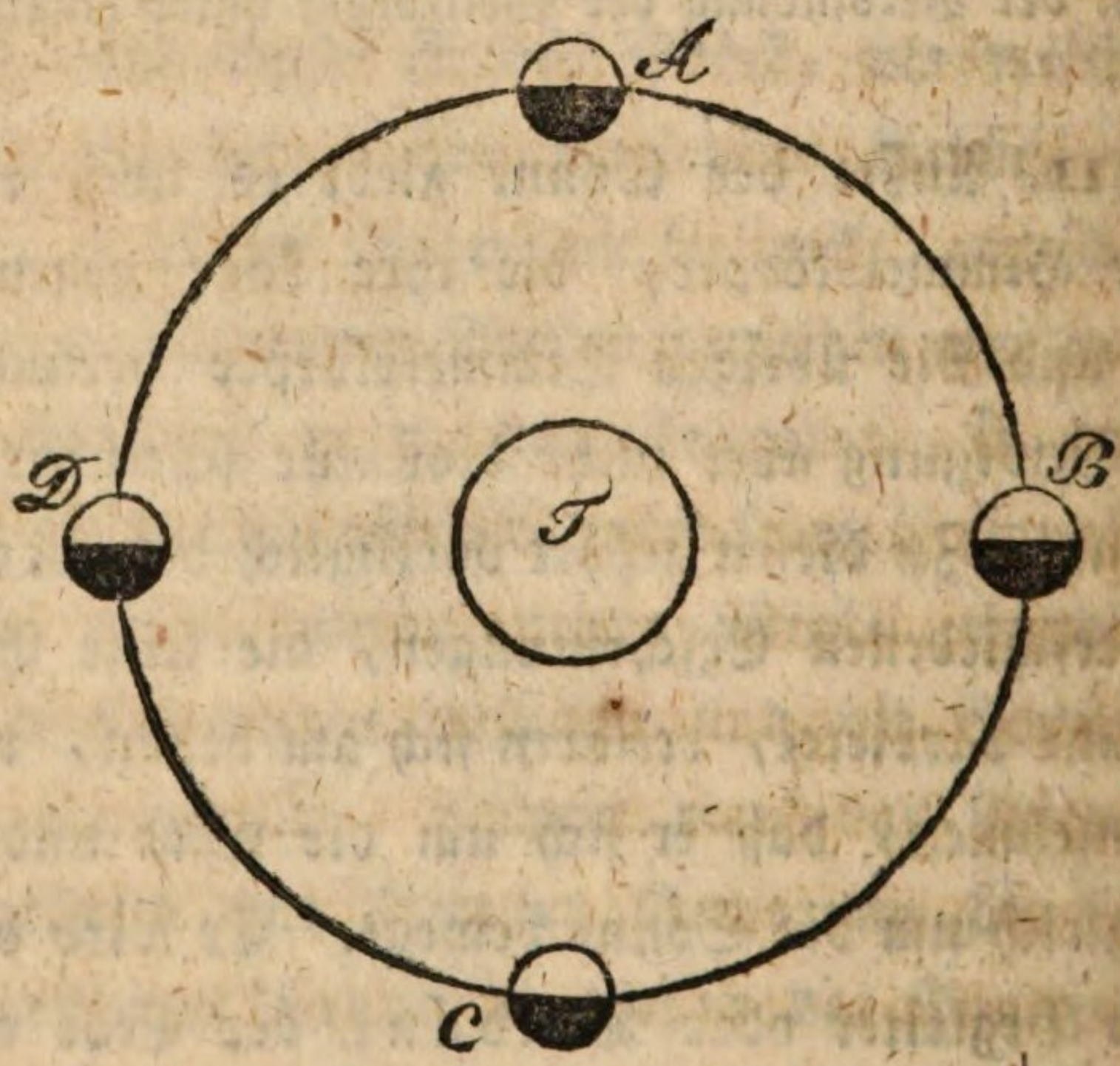
---

4. Von den Erscheinungen, die durch die eigene Bewegung der Gestirne hervorgebracht werden, und von der Verbindung der Weltkörper unter einander.

411. Außer der Sonne giebt es noch einige andere Himmelskörper, die ihre Lage gegen die Erde und die übrigen Himmelskörper verändern, deren Bewegung aber nicht blos für scheinbar gelten kann. Zu diesen gehört vorzüglich der Mond. Die verschiedenen Erscheinungen, die seine Bewegung uns darbietet, erklären sich am besten, wenn wir annehmen, daß er sich um die Erde und mit ihr zugleich um die Sonne bewege. Er wird daher als der Begleiter oder Trabant der Erde angesehen. Der merkwürdige Lichtwechsel, den wir an ihm wahrnehmen, ist ein Beweis, daß er nicht, wie die Sonne, ein ursprünglich leuchtender, sondern ein dunkler Körper, unserer Erde

ähnlich, sey, von dem das Licht der Sonne auf unsere Erde zurückgeworfen wird. Wir unterscheiden darin vornehmlich 4 Zeitpunkte: den Neumond, das erste Viertel, den Vollmond und das letzte Viertel. Es stelle T (Fig. 36.) die Erde, ABCD die Mondbahn vor, und die Sonne denke man sich weit über A hinaus, so daß sie ungefähr die Hälfte der Mondkugel auf einmal erleuchtet: so ist klar, daß, wenn der Mond in A steht, er uns seine ganze Schattenseite zukehrt, und wir daher nichts von ihm sehen.

Fig. 36.



Diesen Zeitpunkt nennen wir Neumond. In B kehrt er uns die Hälfte seiner erleuchteten, und die Hälfte seiner dunkeln Seite zu, wir sehen also nur den

vierten Theil seiner ganzen Oberfläche erleuchtet — erstes Viertel. Hiernach erklärt es sich leicht, wie es in C und D mit seiner Erleuchtung beschaffen sey. Die Zeit, die von einem Neumond oder Vollmond bis zum andern verstreicht, heißt ein synodischer Monat, und dauert 29 Tage 12 Stunden 44 Min. Von ihm ist der periodische Monat unterschieden, oder die Zeit, in welcher der Mond seine Bahn einmal durchläuft, und die nur 27 Tage 7 St. 43 Min. dauert.

1. Synodischer und periodischer Monat sind ungefähr auf die Art wie Sonnentag und Sternentag unterschieden.

2. Ein Paar Tage nach dem Neumond, wenn der Mond wie eine Sichel erscheint, kann man oft bey heller Luft die ganze Mondscheibe erkennen. Dieß rührt von dem Licht her, das von der Erde auf den Mond zurückgeworfen wird.

412. Läge die Bahn des Mondes ganz in der Ebene der Ecliptik, so würde der Mond bey jedem Neumond uns gerade vor die Sonne treten, und bey jedem Vollmond würde die Erde gerade vor ihn gegen die Sonne hin zu stehen kommen. Im erstern Fall also würde er uns das Licht der Sonne, und im zweyten würde unsere Erde es ihm entziehen. Allein seine Bahn ist gegen die Ecliptik um etwas mehr als 5 Grade geneigt, folglich kann er zur Zeit des Neu- und Vollmonds über oder unter

derselben stehen. Indessen ereignet sich doch wirklich bisweilen der Fall, daß er zu dieser Zeit gerade in oder nahe bey ihr stehet. Seine Bahn durchschneidet nehmlich die Ecliptik scheinbar in zwey gegenüberliegenden Punkten, die man Knoten, auch Drachenkopf und Drachenschwanz nennt; und die Lage des Neu- und Vollmonds in Absicht auf diese Punkte ist nicht immer einerley. Fallen sie also gerade in dieselben oder nahe dabey, so entsteht zur Zeit des Neumonds eine sogenannte Sonnenfinsterniß, und im Vollmond eine Mondfinsterniß.

413. Es ist klar, daß nicht die Sonne wirklich verfinstert werde, wenn der Mond vor dieselbe tritt, sondern eigentlich die Erde. Daher erscheint alsdann die Sonne weder an allen Orten der Erde, wo sie zu der Zeit sichtbar ist, verfinstert, noch selbst da, wo es der Fall ist, überall zu gleicher Zeit und in gleichem Grade. Da der Mond sehr viel kleiner als die Sonne, und selbst beträchtlich kleiner als die Erde ist, so bedeckt sein Schatten, wenn er auch die Erde erreicht, nur einen kleinen Theil ihrer Oberfläche auf einmal. Nur diejenigen Orte aber, über welche der Kern seines Schattens hinstreicht, sehen die Sonne sich ganz verfinstern, oder haben eine totale Sonnenfinsterniß. Diejenigen Orte hingegen, welche nur der Halbschatten trifft, haben nur eine par-

tiale Finsterniß; und diejenigen, welche weder Kern, noch Halbschatten erreicht, haben gar keine. Es trifft sich aber auch wohl, weil die Entfernung des Monds von der Erde sich nicht immer gleich ist, daß sein Kernschatten nicht bis auf die Erde reicht, sondern in einiger Entfernung darüber hinfährt; daraus entspringen die ringförmigen Sonnenfinsternisse, die an den Orten, über welche der Mittelpunkt des Halbschattens geht, zugleich central sind.

414. Ganz anders ist es mit den Mondfinsternissen beschaffen: diese bestehen in einer wirklichen Verdunkelung des Mondes. Denn so weit der Mond in den Schatten der Erde tritt, werden die Sonnenstrahlen durch die Erde von ihm zurückgehalten; so weit erscheint er also verdunkelt. Eine Mondfinsterniß sieht daher an allen Orten der Erde, an denen der Mond sichtbar ist, einerley aus, fängt in demselben Augenblick an, und hört zu gleicher Zeit auf. Da der Erdschatten groß genug ist, um den ganzen Mond auf einmal zu fassen, so kann seine ganze Scheibe verdunkelt werden. Man hat daher ebenfalls totale und partiale Mondfinsternisse. Bey den totalen Mondfinsternissen bleibt bisweilen die ganze Mondscheibe mit einem röthlichten Schimmer sichtbar, der durch die Brechung der Sonnenstrahlen in der Atmosphäre der Erde hervorgebracht wird.

1. Um die Größe partialer Finsterniſſe zu beſtimmen, pflegt man den Durchmeſſer der Sonne und des Monds in 12 gleiche Theile zu theilen, die man Zolle nennt.

2. Da die Finsterniſſe gleichſam als Signale am Himmel betrachtet werden können, die an mehrern Orten der Erde ſichtbar ſind, ſo werden ſie von den Aſtronomen zu Längenbeſtimmungen gebraucht, wozu jedoch die Mondfinsterniſſe bequemer als die Sonnenfinſterniſſe ſind.

415. Nächſt dem Monde zeichnen ſich die Planeten durch eine eigenthümliche Bewegung aus. Dieſe Geſtirne, deren einige durch ihren Glanz hervorſtechen, haben ſchon in alten Zeiten die Aufmerkſamkeit der Himmelsbeobachter auf ſich gezogen, und wegen ihrer anſcheinend unregelmäßigen Bewegung den Namen, der ſo viel als Irrſterne bedeutet, erhalten. Es war bald zu bemerken, daß ſie uns näher, als die übrigen Sterne wären, und ſich ſelbſt wieder in verſchiedenen Entfernungen von uns bewegten. Ptolemäus beſtimmte daher eine gewiſſe Ordnung, in der ſich dieſe und die übrigen Himmelskörper befinden, und nach der ſie ſich bewegen ſollten, um die Erſcheinungen am Himmel zu erklären; und dieſe nannte man die Ptolemäiſche Weltordnung. Glücklicher war darin Nicolaus Copernikus, der 1472 zu Thorn geboren war, und durch das nach ihm benannte Welt, oder

Sonnensystem der Vater der neuern verbesserten Astronomie wurde. Nach ihm versuchte zwar noch Tycho de Brahe mit einem neuen System hervor zu treten, das gleichsam beyde vorhergehenden vereinigen sollte; aber ohne Erfolg. Das Copernikanische System hat sich durch alle nachfolgenden Beobachtungen auf eine so entschiedene Weise bestätigt, stimmt mit den bekannten Gesetzen der Bewegung so genau überein, und leistet den Erscheinungen so vollkommen Gnüge, daß heutzutage kein Astronom mehr an der Wahrheit desselben zweifelt.

Unter den Planeten sind Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn schon lange bekannt gewesen; Uranus ist erst 1781 von Herschel; Ceres 1801 von Piazzi in Palermo; Pallas 1802 vom Dr. Olbers in Bremen; Juno 1804 vom Prof. Harding in Lilienthal entdeckt worden. Die Bahnen der drey letztern Planeten fallen zwischen Mars und Jupiter. Sie selbst sind so klein, daß man sie nicht mit bloßen Augen erkennen kann, daher sie den Astronomen so lange verborgen gewesen sind.

416. Die Bahnen der Planeten sind nicht kreisförmig, sondern, wie Keppler zuerst gelehrt hat, elliptisch, und die Sonne befindet sich im Brennpunkte derselben; daher der Abstand der Planeten von der Sonne ungleich ist. Der Punkt ihrer größten Entfernung heißt die Sonnenferne (Aphelium), und der Punkt der kleinsten die Sonnennähe (Perihelium).

Eben jener große Astronom bestimmte auch zuerst das merkwürdige Gesetz, daß die Quadrate der Umlaufszeiten der Planeten sich wie die Würfel ihrer mittlern Entfernungen von der Sonne verhalten. Alle Planeten laufen übrigens in derselben Richtung, nehmlich nach der Ordnung der Zeichen, um die Sonne, und die Bahnen der ältern sind innerhalb einer schmalen Zone — des sogenannten Thierkreises (Zodiacus) — eingeschränkt, die zu beyden Seiten der Ecliptik bis auf 10 Grade geht; unter den neu entdeckten aber geht Pallas beträchtlich über die Grenzen derselben hinaus.

1. Tabelle der mittlern Entfernungen der Planeten von der Sonne und ihrer Umlaufszeiten.

		mittl. Entfernung in geogr. Meilen.	Umlaufszeit. Jahre	Tage
Merkur	(☿)	8,071104	—	88
Venus	(♀)	14,500000	—	224
Erde	(♁)	20,000000	1	—
Mars	(♂)	31,000000	1	322
Juno	(⚵)	53,200000	4	127
Ceres	(⚳)	55,360000	4	221
Pallas	(⚴)	55,386000	4	223
Jupiter	(♃)	108,468900	11	314
Saturn	(♄)	200,000000	29	167
Uranus	(♅)	392,000000	83	151

2. So wie die Planeten sich um die Sonne in elliptischen Bahnen bewegen, so der Mond um die Erde. Man unterscheidet daher ebenfalls Erdnähe (Perigaeum) und Erdferne (Apogaeum). Sein kleinster

Abstand von der Erde ist 48020; sein größter 54680 geogr. Meilen.

417. Bey einigen Planeten hat man durch Fernröhre noch verschiedene kleine Körper entdeckt, die sich in ihrer Nähe hin und her bewegen, und ein ähnliches Verhältniß zu ihnen haben, wie der Mond zu unserer Erde. Man hat sie daher die Trabanten dieser Planeten und überhaupt Nebenplaneten genannt. Dergleichen hat man bis jetzt beym Jupiter viere, beym Saturn sieben, und beym Uranus sechse entdeckt. Diese bewegen sich in verschiedenen Entfernungen um ihre Hauptplaneten, und bilden mit diesen wiederum kleinere Systeme von Körpern. Außer diesen lassen sich bisweilen Körper am Himmel erblicken, von denen einige nur durch Fernröhre, andere auch mit bloßen Augen zu erkennen sind, die nach einiger Zeit wieder verschwinden, nachdem sie einen mehr oder weniger beträchtlichen Strich des Himmels durchwandert haben. Sie unterscheiden sich von den übrigen Himmelskörpern durch ihr neblichtes, gleichsam haarichtes Ansehen, und haben daher den Namen Kometen erhalten. Manche unter ihnen sind mit einem langen Schweife versehen, der stets von der Sonne abwärts gekehrt ist. Ehedem hielt man sie nur für Lufterscheinungen, und

ihres seltsamen Ansehens wegen wohl für Zeichen unglücklicher Begebenheiten. Seitdem es aber entdeckt ist, daß sie sich in regelmäßigen Bahnen um die Sonne bewegen, und man ihre Bahnen berechnet, ist es keinem Zweifel unterworfen, daß sie wirkliche Weltkörper sind. Sie bewegen sich in sehr langen Ellipsen um die Sonne, und kommen daher nur auf kurze Zeit unserer Erde so nahe, daß sie von uns gesehen werden können. Ein Theil derselben geht, wie die Planeten, nach der Ordnung der Zeichen, ein anderer gegen dieselbe, übrigens unter den verschiedensten Neigungen gegen die Ebene der Ecliptik. Man kennt schon auf hundert derselben; Lambert aber vermuthet mit Recht, daß ihre Anzahl auf etliche tausend gehen möchte.

Die Trabanten des Jupiters hat Galilei entdeckt; von den Trabanten des Saturns sind fünfe schon im 17ten Jahrhundert von Huygens und dem ältern Cassini, zweye aber erst neuerlich von Herschel entdeckt worden. Eben dieser hat auch die Trabanten des Uranus entdeckt. Kometen werden jetzt fast alle Jahr entdeckt.

418. Es bewegen sich also eine Menge von Körpern wirklich um die Sonne, indeß die Bewegungen dieses Gestirns nur scheinbar sind; wenigstens gilt dieses von der täglichen und jährlichen Bewegung desselben. Folglich müßte sie

ihre Stelle im Weltraum unverändert beybehalten. Sie ist hierin den zahllosen Himmelskörpern ähnlich, die wir eben deßwegen Fixsterne nennen, weil sie, ganz unbewegt, an den Himmel gleichsam geheftet zu seyn scheinen. Dennoch ist es nicht wahrscheinlich, daß alle diese Körper sich wirklich in vollkommener Ruhe befinden sollten. Vielmehr scheinen sie zusammen ein großes Welten-System zu bilden, das wiederum seinen gemeinschaftlichen Mittelpunkt der Umdrehung hat. Ihre Ruhe ist folglich nur scheinbar, und wird aus ihrer unermeßlichen Entfernung von uns begreiflich. Denn da selbst der Durchmesser der ganzen Erdbahn von 40 Millionen Meilen keine merkliche Parallaxe bey ihnen hervorbringt, folglich gegen ihren Abstand von der Erde so gut wie verschwindet, so folgt, daß selbst die nächsten unter ihnen mehr als 200,000 mal weiter als die Sonne oder über 4 Billionen Meilen von uns entfernt seyn müssen. Es wird daher schon eine lange Reihe von Jahren erfordert, ehe wir die Veränderung in ihrer gegenseitigen Lage bemerken können. Wirklich aber hat man bereits an mehrern Fixsternen eine solche Veränderung, obwohl nur in geringem Grade, entdeckt, die theils eine eigenthümliche Bewegung derselben, theils eine Bewegung unsers ganzen Sonnensystems anzuzeigen scheint.

Von der Milchstraße, als dem Inbegriff unzählbarer Sterne, und der Zone, welche die Lage unsers Fixsternen-Systemes im Weltraume andeutet.

5. Von der Beschaffenheit der Weltkörper.

419. Die zahlreichste Klasse von Körpern, die wir am Himmel wahrnehmen, sind die Fixsterne, die zwar an Größe und Glanz sehr verschieden zu seyn scheinen, von denen aber auch die größten unter einem so kleinen Winkel erscheinen, daß wir ihn nicht zu messen im Stande sind. Wir können daher auch ihre Größe nicht mit Genauigkeit bestimmen. Da sie aber gleichwohl noch mit einem so lebhaften Glanze ins Auge fallen, so müssen sie selbstleuchtende Körper, wie unsere Sonne, seyn. Es läßt sich auch berechnen, daß wenn unsere Sonne eben so weit entfernt wäre, sie ungefähr eben so wie jene aussehen würde. Folglich können wir schließen, daß jene Gestirne auch von ähnlicher Beschaffenheit, wie die Sonne, seyn werden. Vermuthlich sind sie also auch der Mittelpunkt besonderer Körper-Systeme, das heißt, es bewegen sich um jedes derselben wieder andere Himmelskörper, wie die Planeten und Kometen um die Sonne. Ist nun schon die Anzahl der Fixsterne selbst für uns unermeßlich groß — wovon wir erst mit Hülfe der Fernröhre die volle Ueberzeugung bekommen haben — wie unendlich groß

erscheint nicht die Anzahl der Weltkörper überhaupt! Noch mehr: wir entdecken hier und da am Himmel kleine Lichtwölkchen oder schwache Schimmer von Licht, wovon die wenigsten mit bloßen Augen zu erkennen sind — sie heißen Nebelflecken oder Nebelsterne — von diesen vermuthet man nicht ohne Grund, daß sie ganze Systeme von Fixsternen oder Milchstraßen in andern Regionen des Weltalls seyn mögen. Und solcher Nebelflecken kennen wir bereits etliche tausend! Also ist unsere Sonne mit den zahllosen Fixsternen und allen sich um sie bewegenden Körpern nur ein kleiner Theil des unermeßlichen Ganzen, so weit wir es nur von unserer Erde, die schon gegen den Raum eines einzelnen Sonnensystems zu einem Nichts verschwindet, sehen können — denn schwerlich dürfen wir uns einbilden, es ganz zu übersehen.

Die Astronomen unterscheiden die Fixsterne in Sterne erster, zweyter, dritter Größe u. s. w. Etwa bis zur sechsten Größe sind sie noch mit bloßen Augen zu erkennen. — An einigen Sternen bemerkt man einen regelmäßigen Lichtwechsel, an andern einen zufälligen.

420. Die Sonne erscheint nicht nur dem unbewaffneten Auge als eine runde Scheibe, sondern auch im Fernrohre sieht sie scharf begrenzt und völlig rund aus; und da wir sie von allen

Seiten auf diese Art erblicken, so ist kein Zweifel, daß sie ein kugelförmiger Körper sey. Ihr scheinbarer Durchmesser, der sich nach ihrer verschiedenen Entfernung ein wenig verändert, beträgt etwas über einen halben Grad. Sie ist nicht nur viel größer als jeder der Planeten, sondern sogar beynahe 600 mal größer als alle Planeten zusammengenommen. Bisweilen bemerkt man Flecken auf ihr, die sich durch eine größere Helligkeit vor dem übrigen Theil ihrer Scheibe auszeichnen und Sonnenfackeln heißen; noch öfter lassen sich ganz schwarze Flecken auf ihr wahrnehmen, die an Größe, Lage und Gestalt sehr verschieden und veränderlich sind. Aus der Bewegung derselben hat man auf eine Umdrehung der Sonne um ihre Achse geschlossen, die in 25 Tagen 14 Stunden und 8 Min. vollendet wird. Die Ebene des Sonnenäquators macht mit der Ebene der Ecliptik einen Winkel von $7\frac{1}{2}$ Grad. Was jene Flecken sind, wäre leicht auszumachen, sobald man wüßte, auf welche Art das Licht mit ihr verbunden ist. An Hypothesen darüber fehlt es nicht. Die Hypothese, daß die Sonne selbst ein dunkler Körper und nur mit einer leuchtenden Atmosphäre umflossen ist, hat viele Wahrscheinlichkeit.

Tabelle über die Größe der Sonne und der Planeten.

	Durchmesser in geogr. Meilen.	Umfang in geogr. Meilen.	Körperl. Inhalt in Vergleich mit der Erde.
Sonne	191575	601850	1382469
Merkur	690	2168	0,06448
Venus	1669	5243	0,913
Erde	1719	5400	1
Mars	894	2809	0,1406
Juno	3091	971	0,00573
Ceres	352	1106	0,000861
Pallas	455	1429	0,01839
Jupiter	18670	58654	1281
Saturn	17160	53910	995
Uranus	7447	23395	80,49

421. Der Mond ist, wie schon oben bemerkt worden (411.), ein dunkler Körper, wie man aus der Veränderung seiner Lichtgestalt unbezweifelt schließen kann. Daß er gleichwohl mit einem so hellen Lichte leuchtet, macht keine besondern Veranstaltungen der Natur in seiner Oberfläche nothwendig; am wenigsten ist ein hoher Grad von Glätte dazu erforderlich; sondern er wird von der Sonne erleuchtet, und wird uns dadurch als ein Körper von beträchtlicher Größe sichtbar. Er ist aber zu weit von uns entfernt, als daß wir einzelne Gegenstände auf ihm erkennen könnten; daher ist ein Schimmer von Licht der ganze Eindruck, den wir von ihm erhalten; der Glanz desselben aber wird durch die Dunkelheit, die übrigens sowohl ihn als uns umgiebt,

außerordentlich erhöht. Auch er erscheint, wie die Sonne, als ein völlig runder Körper; durch Fernröhre aber können wir eine Menge von Ungleichheiten auf ihm entdecken, die ein Beweis sind, daß seine Oberfläche noch mehr Berge und Thäler enthält, als selbst unsere Erde. Und einige darunter übertreffen sogar unsere höchsten Berge an Größe. Gleichwohl ist er viel kleiner als unsere Erde. Eine Atmosphäre scheint er wohl zu haben, jedoch keine so dichte, wie die unsrige. Flecken lassen sich schon mit bloßem Auge auf ihm erkennen, und diese ändern ihre Größe und Gestalt nicht merklich. Es scheinen Stellen lockern Erdreichs oder Waldungen zu seyn, die das Licht weniger gut als die übrigen Theile zurückwerfen. Auch ihre Lage gegen die Erde ändert sich nur wenig; woraus man sieht, daß der Mond uns beständig dieselbe Seite zukehrt, folglich sich gerade einmal um seine Achse herumdreht, während er einen Umlauf um die Erde vollendet. Die kleine Aenderung, die darin statt findet, rührt von der sogenannten Schwankung des Mondes her.

1. Der Durchmesser des Mondes ist 468, sein Umfang 1470 geogr. Meilen, sein körperlicher Inhalt 0,020 der Erde. — Den vortrefflichen Beobachtungen des Hrn. OA. Schröter zufolge giebt es Berge im Monde, die auf 25000 Par. Fuß hoch, folglich um mehr als $\frac{1}{5}$ hö-

her als der höchste Berg unserer Erde, und im Verhältniß beynahe 5 mal so hoch als dieser sind.

2. Von den Namen der Flecken im Monde; ingleichen von den Mondkarten.

3. Wie die Erde vom Monde aus gesehen erscheint.

4. So wie der Mond der Erde immer dieselbe Seite zukehrt, so hat Herschel es auch bey 2 Jupiters-Trabanten beobachtet; es ist also nicht unwahrscheinlich, daß es bey allen Trabanten statt finde.

422. Die Planeten sind insgesammt dunkle Körper, nach Art des Monds und der Erde, und glänzen also, wie der Mond, mit einem von der Sonne erborgten Lichte. Hiervon können wir uns auf mehrere Art überzeugen. Bey der Venus und dem Merkur können wir durch Fernröhre eine Zu- und Abnahme ihres Lichts nach ihrem verschiedenen Stande gegen die Sonne, eben so wie beym Monde, wahrnehmen. Gehen sie vor der Sonnenscheibe vorüber, welches bisweilen geschieht, so erscheinen sie ganz schwarz, indem sie uns ihre Schattenseite zukehren. Beym Mars kann man ebenfalls einige Zu- und Abnahme vom Licht bemerken. Jupiter, Saturn und Uranus lassen uns Verfinsterungen ihrer Trabanten sehen, die, wie unsere Mondfinsternisse, durch den Schatten der Hauptplaneten hervorgebracht werden. Wir können also mit Recht schließen, daß auch die übrigen Planeten dunkle Körper sind,

wenn wir gleich keine ausdrücklichen Merkmale davon haben.

Jupiter, als der größte unter allen Planeten, erscheint auch mit dem stärksten Glanze und ist daher nicht schwer von den übrigen zu unterscheiden. Venus hat ebenfalls ein sehr glänzendes, aber milderes und schöneres Licht. Da sie sich nicht sehr weit von der Sonne entfernt, so erscheint sie bald als Abend-, bald als Morgenstern. Mars ist durch sein röthliches Licht kenntlich. Die zuletzt entdeckten drey Planeten sind mit bloßen Augen nicht zu erkennen.

423. Sind die Planeten dunkle Körper, wie die Erde, und bewegen sich, wie sie, um die Sonne, so ist schon zu vermuthen, daß sie sich auch auf ähnliche Art um ihre Achsen drehen werden. Auch dieß bestätigt sich bey den meisten durch ziemlich sichre Beobachtungen. Auf dem Mars und Jupiter hat man schon lange Flecken wahrgenommen, aus deren regelmäßiger Bewegung man die Zeit der Umdrehung des erstern auf 24 Stunden 39 bis 40 Min. und des letztern auf 9 St. 55 bis 56 Min. bestimmt hat. Auf dem Saturn, dessen Umdrehungszeit lange unbekannt war, hat Herschel endlich Flecken entdeckt, woraus er jene auf 10 St. 16 Min. und 15 Sec. setzt. Die Umdrehungszeit des Merkurs und der Venus, die ebenfalls zweifelhaft ist, hat Hr. OA. Schröter nach einem neuen Verfahren, aus beobachte-

ten Veränderungen der Gestalt der Hörnerspitzen, wenn die Planeten nicht ganz erleuchtet waren, zu bestimmen gesucht: er setzt die des erstern auf 24 St. 5 Min. u. 30 Sec., und die der letztern auf 23 St. 20 bis 21 Min. Dagegen hat Fleugergues noch ganz neuerlich behauptet, daß sich die Venus fast ganz genau in 24 Tagen um ihre Achse drehe, so wie es schon ehedem Bianchini angegeben hatte. Uranus ist zu weit entfernt, und die drey übrigen neu entdeckten Planeten sind zu klein, als daß man bis jetzt hinreichende Merkmale zur Bestimmung ihrer Umdrehung auf ihnen hätte entdecken können.

424. Die Umdrehung der Planeten um ihre Achse bringt eine mehr oder weniger merkliche Abweichung von der Kugelgestalt bey ihnen hervor, die man ihre Abplattung nennt. Dieß ist besonders beym Saturn, Jupiter und Mars bemerklich. Auch den Uranus hat Herschel abgeplattet gefunden. Dieselbe Erscheinung finden wir auch bey der Erde. Schon Huygens und Newton behaupteten aus theoretischen Gründen, daß diese abgeplattet sey, und suchte die Größe ihrer Abplattung durch Rechnung zu bestimmen. Im verwichenen Jahrhundert aber ist die Sache durch unmittelbare Messungen außer Zweifel gesetzt worden.

1. Es sind zu verschiedenen Zeiten Gradmessungen zur Bestimmung der Gestalt der Erde in mehreren Ländern gemacht worden; die meisten haben bis jetzt die Franzosen theils in Frankreich selbst, theils in andern Theilen der Erde: in Südamerika, in Lappland, am Vorgebirge der guten Hoffnung zu Stande gebracht. Die Lappländische Gradmessung, bey der man beträchtliche Fehler vermuthete, ist neuerlich auf Veranstaltung der Akademie der Wissenschaften in Stockholm revidirt und berichtigt worden. Die größte haben die Franzosen im Jahr 1792 unternommen, und mit außerordentlicher Sorgfalt von Dünkirchen bis nach Barcellona geführt, von wo sie noch weiter fortgesetzt werden soll. Gegenwärtig wird auch in Deutschland an einer Gradmessung gearbeitet.

2. Nach allen diesen Bemühungen setzt man jetzt das Verhältniß der Erdachse zum Durchmesser des Aequators = 334 : 335; folglich ist die Achse ungefähr 6 geograph. Meilen kleiner als der Aequatorealdurchmesser.

425. Die Aehnlichkeit zwischen den Planeten und unserer Erde zeigt sich auch darin, daß man bey einigen derselben Zeichen einer Atmosphäre wahrnommen hat. Auf dem Jupiter erkennt man mit Hülfe guter Fernröhre einige dunkle Streifen, die unter einander ungefähr parallel laufen und sich verschiedentlich verändern, und daher unsern Wolken ähnlich zu seyn scheinen. An der Venus hat Hr. OA. Schröter Lichtveränderungen beobachtet, die eine Strahlenbrechung in der Atmosphäre dieses Planeten zu beweisen scheinen. Eben dieses ist ihm auch beym Merkur gelungen. Um den Mars sah Hr. Landmarschall von Hahn

einen lichten Kreis, der ebenfalls durch eine Strahlenbrechung hervorgebracht zu seyn schien. — Andere Erscheinungen, die man an diesen Himmelskörpern wahrgenommen hat, lassen auf Berge in ihnen schließen. Dergleichen finden sich unter andern in der Venus, die nach Hrn. Schröters Bestimmungen auf 22500 Toisen hoch sind. — Eine merkwürdige Abweichung in seiner Beschaffenheit zeigt Saturn, der von einem doppelten Ringe umgeben ist, von dessen Zweck und eigentlicher Beschaffenheit wir gar keine Kenntniß haben.

Sonst hat man den Ring für einfach gehalten, Hr. Herschel aber hat entdeckt, daß er aus zwey concentrischen Ringen besteht, die durch einen Zwischenraum von ungefähr 600 Meilen von einander getrennt sind. Die Breite des äußern Ringes beträgt 1500, die des innern 4300, und der Abstand seiner innern Fläche von der Oberfläche des Planeten 7200 Meilen.

426. Nicht so weit als wir in der Kenntniß der Planeten gekommen sind, sind wir auch in der Kenntniß der Kometen vorgerückt. Ueber die Beschaffenheit dieser räthselhaften Körper können wir kaum Vermuthungen wagen. Der Nebel, der sie umfließt, und sich bisweilen in einen Schweif von mehrern Millionen Meilen ausdehnt, ist so fein, daß man selbst kleinere Sterne durch ihn hindurch sehen kann; er muß also unstreitig

mit einem eigenen Lichte leuchten. Bey einigen derselben glaubt man einen dichten Kern gesehen zu haben. Von diesen wäre also zu vermuthen, daß sie zwar planetenartige Körper, aber mit einer ganz andern Atmosphäre, als die Planeten, umflossen wären. Es ist indessen zweifelhaft, ob dieser Kern nicht blos aus einer dichtern Anhäufung des nebelartigen Stoffes besteht; wenigstens behauptet Herschel, selbst durch einen solchen vermeintlichen Kern hindurch einen Stern gesehen zu haben. Daß ihre Masse sehr gering ist, folgt aus der geringen Wirkung, die sie auf andere Himmelskörper ausüben, während sie selbst in ihren Bahnen den vielfältigsten Störungen ausgesetzt sind. Sie können daher auch schwerlich weder der Erde, noch den andern Planeten gefährlich werden, wie man wohl sonst gefürchtet hat.

Der Komet, welcher der Erde am nächsten gekommen ist, war im Jahr 1680 sichtbar, und in seiner kleinsten Entfernung ungefähr 100000 Meilen oder noch einmal so weit als der Mond von ihr entfernt.

---

6. Von der allgemeinen Schwerkraft als Ursache der Bewegung der Weltkörper.

427. So mannigfaltig die Erscheinungen sind, welche die Bewegungen der Weltkörper uns darbie-

ten, so wunderbar ist die Bewegung selbst. Welches ist die mächtige Triebfeder, welche jene zahllosen Körper in Bewegung setzt, und welches die verborgene Kraft, die sie in ihren Bahnen erhält? Die Beantwortung dieser Fragen hat nichts geringeres, als Aufklärung des Zusammenhangs der Welt und der Verkettung ihrer Glieder zum Gegenstand. Noch sind wir nicht im Stande, sie vollständig zu geben, und es ist zu zweifeln, ob wir je dahin gelangen werden. Es ist aber schon viel gewonnen, daß wir eine Kraft kennen, die durch das ganze Weltall wirksam ist, und die Bewegungen der Himmelskörper lenkt; noch mehr: daß wir auch das Gesetz kennen, nach dem sie ihre Wirkungen ausübt. Und diese Kraft ist keine andere als die Kraft der Schwere.

428. Es ist eine der gemeinsten Erfahrungen, daß ein Stein, der in die Höhe geworfen wird, wieder zur Erde zurückfällt; und wir schreiben dieß seiner Schwere oder der anziehenden Kraft der Erde zu. Wie weit aber erstreckt sich diese Kraft? Würde der Stein aus einer jeden Höhe herabfallen? und würde er, selbst wenn man ihn mit einer noch so großen Kraft wegschleuderte, immer wieder auf die Erde zurückkehren? Darüber lehrt uns die Erfahrung nichts. Es war daher ein glücklicher Gedanke von Newton, daß die

Kraft der Schwere sich auf unbestimmte Weiten von der Erde erstrecke, daß sie aber weiter von der Erde ab nach einem bestimmten Gesetze abnehme. Um dieses Gesetz zu finden, verglich er die Wirkung der Schwere auf einen Körper nahe bey der Erde mit der Wirkung, die sie etwa auf den Mond ausüben könnte; und daraus fand er, daß sie im Verhältniß des Quadrats der Entfernung abnimmt.

Die anziehende Kraft der Erde erstreckt sich also eigentlich bis ins Unendliche; allein sie kann in solchen Entfernungen, gegen deren Quadrat der Halbmesser der Erde verschwindet, als Null angesehen werden.

429. Der Mond also, der sich in einer Entfernung von ungefähr 60 Erdhalbmessern von der Erde befindet, wird von ihr angezogen, oder fällt gegen sie herab, aber mit einer 3600 mal kleinern Geschwindigkeit, als ein Körper in der Nähe der Erde. Inzwischen würde diese Kraft ihn dennoch sehr bald auf die Erde herab bringen, wenn seine Schwungkraft dieß nicht verhinderte. Durch diese wird er von der Erde abwärts getrieben, indeß ihn seine Schwere bey ihr zurück hält. Die Kraft der Schwere macht also das unsichtbare Band aus, wodurch er ewig an die Erde gefesselt ist.

1. Ein Körper in der Entfernung des Mondes von der Erde wurde in einer Secunde nur durch $\frac{15{,}094}{3600}$ = 0,00419 oder in einer Minute durch 15,094 par. Fuß fallen. Eben diese Fallkraft hat auch der Mond selbst.

2. Woher rührt die Schwungkraft des Mondes? Auch diese hat man aus der gegenseitigen Anziehung der Materie bey der Bildung der Weltkörper herzuleiten gesucht; allein mit diesem Versuch ist es nicht auf die überzeugende Weise gelungen, wie mit dem Newtonischen Gesetz der Schwere.

430. So wie die Erde den Mond anzieht, so zieht auch der Mond die Erde an, nur mit einer viel geringern Kraft, weil seine Masse viel kleiner ist, als die der Erde, und die anziehende Kraft der Körper, alles übrige gleich gesetzt, im Verhältniß ihrer Massen steht. Beyde Körper aber werden, so wie die übrigen Planeten und Kometen, wiederum von der Sonne, als dem größten unter allen diesen Himmelskörpern, angezogen. Die ungeheure Masse dieses Gestirns und die damit verbundene Kraft der Anziehung ist es also, die so zahlreiche Körper in ihren Bahnen erhält. Die Kraft der Schwere erstreckt sich also nicht blos auf die Erde, sondern verbreitet sich über alle Körper unsers Sonnensystems. Ja wir können mit gutem Grunde schließen, daß sie sich über alle Himmelskörper ausdehnt, und daß sie es ist, die das Weltgebäude zusammenhält und die Weltkörper an einander fesselt. Man nennt sie daher mit Recht die

allgemeine Schwere, und die Newtonische Lehre, die diese Kraft und das Gesetz ihrer Wirkung zum Gegenstande hat, das System der allgemeinen Schwere. Die Wahrheit dieses Systems bestätigt sich auch um so mehr, je mehr man sich bemüht, die Bewegungen der Weltkörper nach den Grundsätzen desselben zu entwickeln. Denn nicht blos die Bahnen der Planeten überhaupt, sondern auch die kleinen Unregelmäßigkeiten oder Störungen, die eben durch ihre gegenseitige Anziehung in ihrem Laufe hervorgebracht werden, lassen sich daraus bestimmen; nur werden die dazu erforderlichen Rechnungen desto verwickelter und schwieriger, auf je mehrere Umstände man dabey Rücksicht nehmen muß.

431. Durch die Wirkung der anziehenden Kraft der Sonne und des Mondes auf die Erde, und zwar durch ihre ungleiche Anziehung der nördlichen und südlichen Halbkugel derselben, entsteht eine Bewegung in ihr, wodurch theils die Durchschnittslinie der Ebene ihres Aequators und der Ebene ihrer Bahn verrückt wird, folglich die Durchschnittspunkte des Aequators und der Ecliptik am Himmel sich ändern; theils die Neigung beyder Ebenen abwechselnd etwas zu- und wieder abnimmt. Jenes nennt man die Vorrückung der Nachtgleichen (praecessio aequinoctiorum), dieses das Schwanken der Erdachse (nutatio axis).

Durch die Vorrückung der Nachtgleichen wird die Länge der Fixsterne jährlich um 50, 38 Secunden größer, oder sie wächst in 71 Jahren beynahe um einen Grad. Mit ihrer Länge ändert sich auch ihre Abweichung und gerade Aufsteigung, und nur die Breite bleibt ungeändert. Es dauert daher ungefähr 25720 oder beynahe 26000 Jahre, ehe alle Himmelskörper genau wieder in dieselbe Lage gegen den Aequator und die Nachtgleichungs-Punkte kommen, in der sie einmal gewesen waren. Diese Periode ist das große platonische Jahr.

Zweyter Abschnitt.

Physische Geographie.

432. Es ist nur wenig, was wir von der Beschaffenheit der andern Weltkörper wissen, und selbst dieses Wenige gründet sich meistens auf Vergleichungen mit unserm eigenen Erdkörper. Doch müssen wir uns hierbey mit einer äußerlichen Aehnlichkeit, mit einem bloßen Schein begnügen. Eine genauere Vergleichung ist uns wegen ihrer gar zu großen Entfernung unmöglich, so wünschenswerth sie uns auch zur Kenntniß unsers eigenen Erdkör-

pers wäre. Denn auch diese ist bis jetzt noch sehr mangelhaft, und ein Grund davon liegt ohne Zweifel darin, daß es uns an Vergleichungen zwischen ihm und andern Weltkörpern fehlt. Es ist uns nicht einmal gestattet, ihn mit sich selbst hinlänglich zu vergleichen. Denn wir kennen nicht viel mehr, als seine äußere Gestalt, als seine Oberfläche, und alles, was wir von seiner innern Beschaffenheit wissen, schränkt sich auf die Gebirge ein, die kaum als die äußerste Schale von ihm zu betrachten sind.

---

1. Vom Meere.

433. Den größten Theil der Oberfläche der Erde bedeckt das Meer, das sich zwar in zusammenhängender Masse verbreitet, aber auf ungleiche Weise vertheilt ist. Die südliche Halbkugel nimmt einen viel größern Theil desselben ein als die nördliche. Als eine tropfbare Flüssigkeit bedeckt es unstreitig die tiefsten Stellen der Erdfläche; daher es an vielen Orten selbst zwischen das feste Land gedrungen ist, und die sogenannten Meerbusen bildet, von denen einige so groß sind, daß sie den Namen besonderer Meere führen. Seine Tiefe ist indessen sehr ungleich; und wie weit die größte Tiefe gehe, ist uns noch gänzlich unbekannt.

Von den verschiedenen Mitteln, die Tiefe des Meeres zu messen, und den Schwierigkeiten, die dabey statt finden. — Bey verschiedenen Gelegenheiten, wo man die Tiefe des Meeres gemessen, hat man mit 250, mit 350, ja mit 780 Klaftern noch keinen Grund gefunden.

434. Der Boden des Meeres ist seiner Beschaffenheit nach ebenfalls sehr ungleich, im Ganzen aber dem Erdreich des festen Landes ähnlich: an einigen Orten ist er sandig, an andern felsig, an andern thonig, an andern schlammig u. s. w. Etwas, das ihn besonders auszeichnete, hat man an ihm nicht gefunden. In ihm kann daher auch nicht der Grund von den Eigenthümlichkeiten des Meerwassers zu suchen seyn.

435. Das Meerwasser unterscheidet sich von anderm Wasser durch seinen salzig-bittern Geschmack, wodurch es zum Trinken und Kochen unbrauchbar wird. Die Stoffe, die ihm diesen Geschmack ertheilen, sind nicht mechanisch mit ihm vermischt, sondern förmlich in ihm aufgelöst; folglich sind sie nicht zufällig in ihm vorhanden, sondern wesentlich mit ihm verbunden. Derselbe Prozeß also, durch den sich das Meer gebildet hat, hat seinem Wasser auch den salzig-bittern Geschmack ertheilt. Es ist daher überflüssig, nach der Ursache seiner Entstehung zu fragen, und es würde unrichtig seyn, sie in irgend ein Local-Verhältniß, z. B. Salzquellen oder eine Salzbank irgendwo auf dem

Boden, setzen zu wollen. Die Erscheinung kann auch um nichts befremdender seyn, als wenn es ein süßes Wasser wäre. Nur wenn man sich vorstellte, das Meer wäre aus den Flüssen, die sich in dasselbe ergießen, und die ihm meistens lauter süßes Wasser zuführen, entstanden, könnte es auffallend seyn, woher es eine solche Veränderung erlitten habe; allein diese Vorstellung von seiner Entstehung ist auch durchaus unrichtig. Das Wasser, welches dem Meere durch die Flüsse zugeführt wird, ist gegen die ungeheure Menge, die es bereits enthält, unbedeutend, und eben so viel verliert es wieder durch die Ausdünstung. Es wird also dadurch seine Beschaffenheit im Ganzen nicht geändert. Uebrigens ist es nicht zu verwundern, daß ein Wasser, welches unzählbare Geschöpfe enthält, die in ihm leben und sterben, und welches der Sammelplatz der mannigfaltigsten Stoffe aus allen drey Reichen der Natur ist, die ihm vom Lande zugeführt werden, nicht wie reines Trinkwasser schmeckt.

Von den Mitteln, das Seewasser trinkbar zu machen. — Man kann das Salz aus dem Seewasser wie aus einer Soole durch Abdampfen gewinnen. An vielen Orten verrichtet die Natur diese Operation selbst.

436. Von gewöhnlichem Flußwasser unterscheidet sich das Meerwasser auch schon durch seine

Farbe. Zwar verändert das Meer auf ähnliche Art wie andere Gewässer sein Ansehen nach der verschiedenen Beschaffenheit des Himmels, und sieht z. B. bey wolkichtem Himmel trübe und grau aus, allein bey heiterm Himmel scheint es bey einer gewissen Stellung des Beobachters gegen die Sonne und das Wasser grün, wo gemeines Wasser nicht so erscheint. In kleinen Quantitäten ist der Unterschied der Farbe nicht zu erkennen.

An der Ostsee habe ich Gelegenheit gehabt zu bemerken, daß die See mir zur linken vollkommen grün, und zur rechten wie gewöhnliches Wasser erschien. Der Unterschied war, daß die Wellen auf der linken Seite mir gerade ihre von der Sonne erleuchtete Seite zukehrten, die auf der rechten aber mehr ihre Schattenseite.

437. Eine merkwürdige Erscheinung bietet das Meer bisweilen an einzelnen Stellen dar, indem sein Wasser leuchtet. Die Art dieser Erscheinung ist verschieden, und man muß daher auch auf verschiedene Ursachen derselben schließen. Einmal scheint die Elektrizität die Ursache davon zu seyn, und zwar sowohl in dem Falle, wo das Licht nur in der Tiefe der vom Schiff durchschnittenen Wasserfurche erscheint, als da, wo es sich auf einer größern Fläche an den Spitzen der Wellen wie Funken zeigt. Bey einer andern Art scheint das Licht von einem phosphorescirenden Stoffe herzukommen, der sich wahrscheinlich durch

Fäulniß von todten Seethieren entwickelt. Bey einer dritten sind es lebendige Geschöpfe von sehr verschiedener Art, oft ganz kleine mikroskopische Thierchen, die sich in unzähliger Menge im Meere befinden, und das Wasser auf eine große Strecke und bis auf eine beträchtliche Tiefe erleuchten. Vielleicht saugt das Seewasser auch, nach Art der Lichtmagnete, am Tage Licht ein, wovon es einen Theil des Nachts wieder fahren läßt, wodurch ein bald stärkerer, bald schwächerer Schimmer auf dem Meere hervorgebracht wird.

438. Die Temperatur des Meeres ist an der Oberfläche veränderlich, und bald kälter, bald wärmer als die daran stoßende Luft; in einiger Tiefe aber ist sie beständiger, so daß, nach Hrn. v. Humboldts Beobachtungen, der Stand des Thermometers sich oft während einer Fahrt von 4 bis 6 Tagen nicht über 0,3° ändert. Merkwürdig ist die Beobachtung, die schon Franklin gemacht hat, und Hr. v. Humboldt bestätigt, daß in der Nähe einer Untiefe die Temperatur des Wassers sich um 2 bis 3 Grade verringert. Nach Peron's Behauptung nimmt die Temperatur immer mehr ab, je tiefer man kommt. — In hohen Breiten gefriert das Wasser nicht nur an den Küsten, sondern auch auf dem hohen Meere, und hier bilden sich theils sogenannte Eisfelder,

theils Eisberge, die bisweilen von ungeheurer Größe sind. Wenn man das gefrorne Seewasser wieder schmilzt, so erhält man ein süßes trinkbares Wasser.

439. Einige behaupten, das Eis häufe sich um die Pole immer mehr an, und daraus entstehe eine allmähliche Verminderung des Meerwassers. Eine solche fortgehende Anhäufung aber ist nicht erwiesen. Denn wenn auch in manchen Jahren das Eis sich vermehrt, so kann ein einziger milder Sommer das Gebäude vieler Jahre wieder zerstören. Auch sinkt das Eis so tief ins Wasser ein, daß es eben so viel Wasser aus der Stelle treibt, als die Menge beträgt, woraus es entstanden ist. Poiret will die Abnahme des Meeres aus der Consumtion des Seewassers durch vegetabilische, animalische und mineralische Körper erklären. Lichtenberg äußert den Gedanken, daß sie vielleicht von einer langsamen Ebbe, deren Gesetz wir noch nicht kennen — etwa nach dem Mittelpunkt des Zuges aller Planeten — herrühren könnte. Allein die Sache selbst — nehmlich die Abnahme des Meeres — ist noch zweifelhaft.

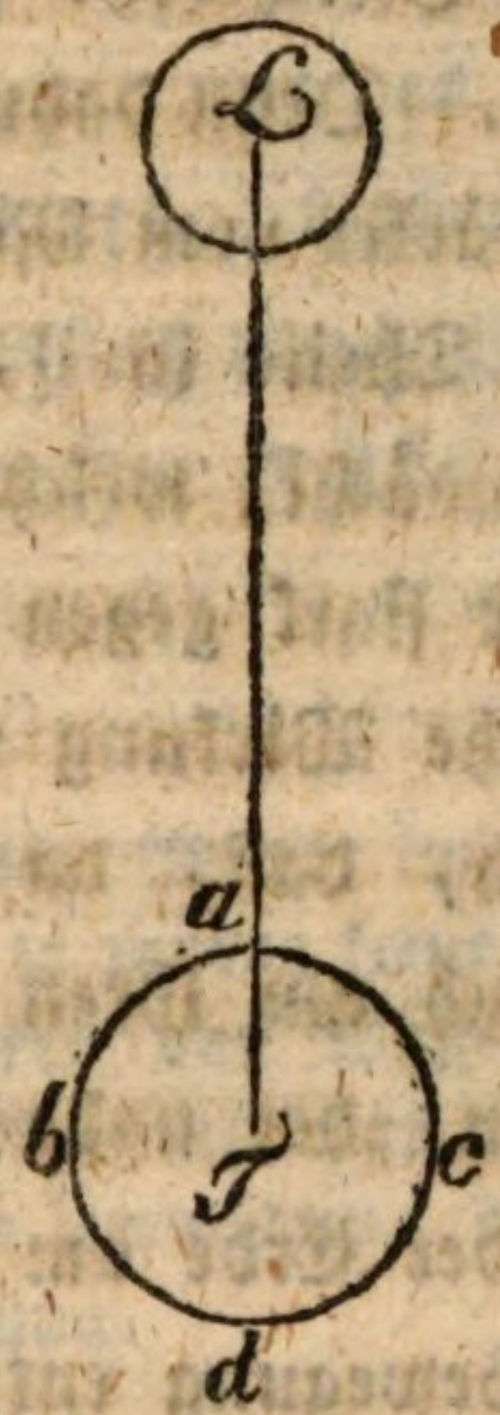
440. Dagegen bemerkt man vornehmlich an den Küsten des großen Weltmeers eine regelmäßige Ab- und Zunahme des Wassers, die unter dem Na-

men der Ebbe und Fluth bekannt ist. Diese wechselt an demselben Orte ungefähr binnen 24 Stunden zweymal, und findet auf derselben Seite der Erde oder unter einerley Meridian ziemlich auf gleiche Art statt. Ist aber hier Fluth, so ist in einer Entfernung von 90° zu beyden Seiten Ebbe; hingegen noch 90° weiter oder unter dem entgegengesetzten Meridian ebenfalls wieder Fluth — so daß Ebbe und Fluth mit ihren mannigfaltigen Abstufungen auf der ganzen Erde zu gleicher Zeit zweymal vorhanden sind. Jeden Tag erfolgen die Veränderungen an demselben Orte ungefähr drey Viertelstunden später, als den Tag zuvor. In der Nähe des Aequators sind diese Abwechselungen am stärksten, in höhern Breiten werden sie schwächer, und verlieren sich endlich ganz. Die ganze Wassermasse des Meeres wird übrigens dadurch in Bewegung gesetzt: sie strömt nach den Küsten hin, wo die Fluth anwächst, und läuft von denjenigen abwärts, an welchen die Ebbe eintritt.

An den Küsten der Ostsee verspürt man Ebbe und Fluth nicht, wohl aber im mittelländischen Meere.

441. Es ist jetzt keinem Zweifel mehr unterworfen, daß die Nachbarschaft des Mondes die wahre Ursache der Ebbe und Fluth sey.

Fig. 37.



Es stehe der Mond in L, (Fig. 37.) und die Erde in T, so werden die Theile der Erde in a stärker vom Monde angezogen, als die entlegneren in c und b; jene drücken daher nicht so stark gegen den Mittelpunkt der Erde als diese; und so gering dieser Unterschied auch ist, so ist er doch groß genug, um bey dem Wasser eine merkliche Veränderung hervorzubringen. Man kann sich also das Wasser in a spezifisch leichter als in c und b vorstellen; folglich muß es dort höher als hier stehen, um im Gleichgewicht zu seyn; daher wird in c und b Ebbe seyn, wenn in a Fluth ist. In d könnte man glauben, müßte die Ebbe noch stärker als in c und b seyn, weil es noch weiter vom Monde ent-

fernt ist, und folglich noch weniger als c und b angezogen wird. Gleichwohl findet hier so gut Fluth statt als in a. Denn dadurch, daß der Mittelpunkt der Erde stärker vom Monde gezogen wird, als die entferntern Theile in d, wird seine Wirkung auf diese geschwächt; welches eben so viel ist, als ob diese weniger stark gegen ihn drücken. Es muß also eine gleiche Wirkung wie in a erfolgen. Hierzu kommt noch, daß, da die Erde und der Mond sich eigentlich um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt drehen, der nahe bey der Erde fällt, der Punkt d auf der Erde am weitsten von dem Mittelpunkt der Bewegung entfernt ist, folglich den stärksten Schwung hat, wodurch seine Schwere ebenfalls vermindert wird.

442. Wirklich folgt der Gang der Ebbe und Fluth dem Lauf des Mondes, und daher ist das Steigen und Fallen des Wassers in den Gegenden, die senkrecht unter der Zone seiner Bahn liegen, am stärksten. Auch stimmt die Zeit der Fluth mit der Zeit seines Durchgangs durch den Meridian überein, doch so, daß der höchste Stand derselben erst einige Zeit nachher erfolgt, weil der Mond auch nach seinem Durchgange noch fortfährt, auf das unter ihm liegende Wasser zu wirken, und die dem Wasser einmal ertheilte Bewegung noch eine Zeit lang fortdauert, wenn auch die wirkende Ursache aufgehört hat. Vereinigt sich die Anziehung

der Sonne mit der des Mondes, welches zur Zeit des Neu- und Vollmonds geschieht, so wird die Wirkung vermehrt und es entsteht eine sogenannte Springfluth. Außerdem kann der Eintritt der Ebbe und Fluth durch Stürme beschleunigt oder verzögert, und ihre Größe vermehrt oder vermindert werden.

Wenn die Erde dem Monde immer dieselbe Seite zukehrte, wie er uns, so würde keine Ebbe und Fluth auf ihr statt finden, sondern das Wasser würde sich ein für allemal in das gehörige Gleichgewicht setzen. Folglich liegt in der täglichen Umdrehung der Erde ein Hauptgrund dieser Erscheinung.

443. Die Bewegung, welche die Ebbe und Fluth dem Wasser des Meeres ertheilt, ist eine Hauptursache von den Strömungen, die sich im Meere finden. Wird nehmlich das Wasser gegen eine Reihe von Klippen, gegen Inseln oder eine hohe Küste getrieben, so kann eine zusammengesetzte Bewegung in ihm entstehen, die einen solchen Strom erzeugt. Man findet dergleichen häufig im Meere, und manche von ihnen erstrecken sich viele Meilen weit. Auch die Meerstrudel werden durch eben diese Bewegung und den Widerstand, den Klippen ihr entgegensetzen, hervorgebracht.

Die Kraft der Strudel hat man sich sonst übertrieben groß vorgestellt. Es ist gefährlich, sich ihnen zu nä-

hern, nicht sowohl wegen des wirbelnden Wassers, als wegen der Klippen, zwischen denen sie sich erzeugen.

---

2. Vom Lande.

444. Das Land auf unserer Erde theilt sich in größere und kleinere Theile, die man durch die Namen festes Land und Inseln unterscheidet; es wird aber kein wesentlicher Unterschied ihrer Beschaffenheit dadurch begründet. Wie es entstanden ist, können wir fast eben so wenig sagen, als wie sich das Meer gebildet hat; doch hat das Meer offenbar einigen Antheil sowohl an der Bildung seiner äußern Gestalt, als an seiner innern Beschaffenheit gehabt. Denn wir finden häufige Spuren, daß es ehedem vom Meere bedeckt gewesen ist, und die zerrissene und durchbrochene Gestalt der meisten Länder ist ein Beweis, daß sie sehr gewaltsamen Angriffen des Meeres ausgesetzt gewesen sind.

Viele Inseln sind unstreitig dadurch entstanden, daß der Erdstrich, der sie unter einander oder mit dem festen Lande verband, durch das Meer weggerissen worden ist.

445. So wie alles Land vom Wasser eingeschlossen ist, so enthält es auch eine Menge Wasser zwischen sich. Man kann daher den trocknen

Theil des Landes und seine Gewässer unterscheiden. Der erstere dehnt sich theils in größere oder kleinere Strecken flachen Landes aus, theils erhebt er sich in Gebirgen, die ebenfalls an Größe und Ausdehnung sehr verschieden sind, und dem Ansehen nach auch in ihrer Beschaffenheit von dem flachen Lande sehr abweichen. Bey näherer Untersuchung aber findet man die Oberfläche der Erde in beyden von einerley Bau und Beschaffenheit, so daß man das flache Land als eine Fortsetzung der Gebirge, oder die Gebirge als eine Erhebung des flachen Landes betrachten kann.

---

a. Von den Gebirgen und dem trocknen Theil des Landes überhaupt.

446. So weit wir in die Tiefe des trocknen Theils der Erdoberfläche gekommen sind, so besteht er nicht durchgehends aus einer gleichförmigen Masse, sondern es wechseln in ihm Schichten von verschiedener Art ab. Diese ziehen sich in concentrischen Flächen über die Erde hin, und machen gleichsam die Rinde derselben aus. Hier und da ändern sie ihre horizontale Lage, erheben sich und bilden die Gebirge, die sich meist in zusammenhängenden Reihen oder Ketten über die Erde ziehen.

Man hat in ihnen eine bestimmte Richtung zu erkennen geglaubt; aber schon die verschiedene Art, wie man diese bestimmt hat, zeigt das Schwankende und Unsichre darin. Da wir nicht wissen, wie und wodurch diese Erhebung geschehen ist, so ist es auch gewagt, eine gewisse Regelmäßigkeit darin suchen zu wollen.

447. Die Höhe der Gebirge sowohl überhaupt als einzelner Berge insbesondere ist sehr verschieden. Die höchsten Gebirge finden sich in Amerika, und unter diesen wird der Chimborasso für den höchsten Berg der Erde gehalten. In Europa machen die Savoyer und Schweizer, ingleichen die Tyroler Alpen die höchsten Gebirge aus, und namentlich übertrifft der Montblanc die übrigen an Größe. So zahlreich indessen auch die Gebirge auf unserer Erde sind, und so ansehnlich ihre Höhe, an sich betrachtet, seyn mag, so sind sie doch in Vergleich mit der ganzen Erdkugel unbedeutend, und können der sphäroidischen Gestalt derselben keinen Eintrag thun.

1. Der Chimborasso ist, so viel man weiß, noch nie ganz erstiegen worden. Man schätzt seine Höhe auf 19602 par. Fuß. Sie beträgt also kaum den tausendsten Theil des Erdhalbmessers. Hr. v. Humboldt ist seinem Gipfel nahe gewesen. Den Montblanc hat Saussüre erstiegen. Seine Höhe beträgt 14532 Fuß.

2. Die Höhe der Berge zu bestimmen, hat man, außer dem Nivellement, das bey hohen Bergen nicht

wohl anwendbar ist, vornehmlich zweyerley Methoden: trigonometrische Vermessungen, und Messungen durchs Barometer. Beyde Methoden haben ihre Schwierigkeiten. Bey der erstern ist eine Standlinie erforderlich, deren Messung die Beschaffenheit des Bodens oft große Hindernisse in den Weg setzt. Ueberdieß wird die Messung der Winkel durch die Strahlenbrechung unsicher. Die zweyte gründet sich darauf, daß das Queckfilber in dem Barometer desto tiefer sinkt, je schwächer die Luft darauf drückt, der Druck der Luft sich aber desto mehr vermindert, je höher man in die Atmosphäre hinauf steigt. Man nimmt hierbey gewöhnlich an, daß der Barometerstand an der Meeresfläche 28 par. Zoll oder 336 par. Linien betrage, und daß man um 12,945 Toisen steigen müsse, wenn das Barometer um 1 Linie fallen soll. Alsdann ergiebt sich durch Hülfe der Rechnung des Unendlichen die Regel, daß der Höhen-Unterschied zweyer Oerter in pariser Toisen ausgedrückt der Differenz der Logarithmen des Barometerstandes an diesen beyden Oertern multiplizirt mit 10000 gleich sey. — Was diese Methode unsicher macht, ist theils die Veränderlichkeit des Drucks der Luft an demselben Orte, theils die Schwierigkeit, die Höhe zu bestimmen, in der das Barometer von der Meeresfläche an gerechnet, genau um 1 Linie fällt, theils der Einfluß der verschiedenen Temperatur auf die Ausdehnung des Queckfilbers, theils die Schwierigkeit, genau übereinstimmende Barometer zu erhalten, und sie auf eine gleichförmige Weise zu beobachten. Man hat daher auch verschiedene Regeln, aus den beobachteten Barometerständen die Höhe zu berechnen; die eben angegebene ist die de Lüc'sche.

448. Je höher man auf einem Berge steigt, desto kälter ist es in der Regel, und die Gipfel sehr hoher Berge, selbst in den wärmsten Ländern, sind Jahr aus Jahr ein mit Schnee bedeckt. Die

kleinste Höhe, in welcher der Schnee auch den Sommer hindurch liegen bleibt, oder die Grenze, bey welcher er im Sommer anfängt, heißt die Schneelinie, und diese ist unter den verschiedenen Breiten verschieden. In der Schweiz haben sich Berge mit so ungeheuren Eismassen überzogen, daß das Eis selbst unter der Schneelinie nie ganz wegschmilzt. Sie sind unter dem Namen der Gletscher berühmt.

Die Schneelinie zwischen den Wendekreisen fällt auf eine Höhe von 14700 par. Fuß, in unsern Gegenden auf 8000 bis 9000 Fuß.

449. Steigt man hingegen in das Innere der Erde herab, so gelangt man bald zu einer gewissen beständigen und mäßigen Temperatur. Diese kann nicht die Wirkung der Sonne seyn, da sie Sommer und Winter sich gleich bleibt, und die Sonnenwärme nur wenige Fuß in die Erde dringt. Sie ist also als eine dem Erdkörper eigenthümliche Wärme zu betrachten. Ehedem nahm man daher in dem Innersten desselben ein beständiges Feuer, das Centralfeuer, an, das diese Wärme und noch manche andere Erscheinungen hervorbringen sollte. Dieß war freylich eine sehr bequeme Hypothese, so lange man sich weder darauf einließ, zu erklären, wie das Feuer entstanden sey, noch wie es unterhalten werde. Allein auch nach allen Verbesseruns

gen und Verfeinerungen, die man mit ihr vorgenommen hat, wird durch sie nichts gewonnen, und es bleibt nur so viel gewiß, daß in dem Innern der Erde ein Quell der Wärme ist, dessen wahren Ursprung wir nicht kennen.

450. Die größte Tiefe, zu der man bisher in die Erde gekommen ist, steigt noch nicht auf 600 Toisen, und beträgt also noch nicht 0,0002 des Erdhalbmessers. Mithin können wir von der eigentlichen Beschaffenheit des Innern der Erde gar nichts sagen. Alle Muthmaßungen werden hier sogar grundlos. Unsere geologischen Systeme müssen sich daher fast allein auf die äußerste Erdrinde beschränken, die, wie oben gesagt, aus über einander gelagerten Schichten verschiedener Steinarten besteht. Diese sind zwar in den verschiedenen Gebirgen nicht ganz einerley, beobachten aber doch, wo sie vorkommen, immer einerley Ordnung. Es lassen sich daher aus ihrer Lage und Beschaffenheit gegründete Vermuthungen über die Folge ihrer Entstehung und zum Theil auch über die Art derselben schöpfen.

451. Gewisse Arten dieser Schichten nehmen überall die unterste Lage ein, und bilden gleichsam die Grundlage der Erdrinde und den Kern der Gebirge. Merkwürdig ist es, daß eben diese auch die höchsten Theile der Gebirge ausmachen, und sie von den übrigen Schichten in den Bergen nur zum Theil

bedeckt werden. Sie sind daher offenbar frühern Ursprungs als diese, und heißen deßhalb uranfängliche Gebirge. Man findet in ihnen keine Versteinerungen oder sonstige Spuren organischer Geschöpfe, und sie sind daher entweder zu einer Zeit entstanden, da dergleichen noch nicht vorhanden waren, welches am wahrscheinlichsten ist, oder ihre Entstehungsart ist so beschaffen gewesen, daß alle Denkmäler einer organischen Schöpfung dadurch zerstört worden sind. Inzwischen läßt sich weder die Zeit noch die Art ihrer Entstehung mit einiger Zuverlässigkeit bestimmen. Eine vorzügliche Merkwürdigkeit in ihnen sind die Erze, die meistens in Gängen oder Adern in ihnen vorkommen.

Zu den uranfänglichen Gebirgen rechnet man vornehmlich den Granit — der, obgleich aus Quarz, Glimmer und Feldspath zusammengesetzt, doch die festeste Gebirgsart ausmacht — ferner den Gneuß, mehrere Arten von Thon- und Talk-Schiefer, den Porphyr und einige andere.

452. Die übrigen Schichten der Erdrinde oder die übrigen Gebirgsarten unterscheiden sich von den uranfänglichen eben dadurch, daß sie Ueberreste von organischen Geschöpfen enthalten, und also erst entstanden sind, nachdem die Erde dergleichen hervorgebracht hatte. Man nennt sie wohl überhaupt Flötzgebirge; doch lassen sich auch

unter diesen noch verschiedene Klassen unterscheiden. Erstens diejenigen Gebirgsarten, die zunächst auf den uranfänglichen liegen, und diesen zum Theil in ihrem Gefüge und in der Bildung ihrer Bergzüge, ingleichen in dem Reichthum an Erzlagerstätten ähnlich sind, und die man als den Uebergang von den uranfänglichen Gebirgen zu den eigentlich sogenannten Flötzgebirgen ansieht, heißen Uebergangsgebirge. Auf diese folgen zweytens die eigentlichen Flötzgebirge, in denen sich häufige Versteinerungen und Abdrücke von Seethieren und Seepflanzen finden; die folglich offenbar auf nassem Wege, aus dem Meere, entstanden sind. Doch ist der Prozeß ihrer Entstehung unbekannt. Daß aber hierbey ein chemischer Prozeß und nicht eine blos mechanische Absonderung statt gefunden, ist daraus zu schließen, daß die Schichten nicht nach ihrer spezifischen Schwere auf einander folgen; und da sie auch nicht die höchsten Gipfel der Gebirge bedecken, so hat entweder das Meer diese entblößt gelassen, oder der Prozeß des Niederschlags sich nicht bis auf jene Höhen erstreckt.

1. Zu den Uebergangsgebirgen gehört eine neuere Art des Thonschiefers, Eisenstein, Kohlenblende, Grünstein, der meiste bunte Marmor, Grauwacke, Mandelstein.

2. Zu den eigentlichen Flötzgebirgen wird der Alpenkalkstein, dessen unterste Schicht der von versteinerten

und abgedrückten Fischen wimmelnde bituminöse Mergelschiefer ist, ferner das Steinsalz, der ältere Flötzgyps mit dem Stinkstein, der Jura-Kalkstein, der Flötzsandstein, der jüngere Flötzgyps, der jüngere Flötzkalkstein mit der Kreide gerechnet.

3. Einige Geognosten rechnen auch noch folgende Gebirgsarten zu den Flötzgebirgen, die von andern für vulkanische Producte gehalten werden: den Basalt, Basaltischen Mandelstein, Porphyrschiefer, Basalt-Tuff und den mit diesen zugleich vorkommenden Grünstein. Diese bedecken selbst die jüngsten von allen vorhergenannten Gebirgsarten, und werden dagegen nie von ihnen bedeckt; sie bilden häufig isolirte Bergkuppen und große Bergebenen. Man begreift sie unter dem Namen der Flötz-Trappformation.

453. Zwischen der Bildung der Uebergangs- und der eigentlichen Flötzgebirge scheint die Erde einer langen Ruhe genossen und wiederum gewaltsame Erschütterungen erlitten zu haben. Denn den Grund der Flötzgebirge machen ungeheure Lager von Trümmern der ältern Gebirgsarten aus. Diese Trümmerhaufen sind selbst zu Gebirgen angewachsen, und bergen ganze versteinerte Wälder in sich. Mit ihrer Bildung scheint auch die Bildung der ältesten und größten Steinkohlenlager in Verbindung zu stehen, welche schon an und für sich merkwürdig, dadurch noch merkwürdiger werden, daß sie unzählige Ueberbleibsel von Landgewächsen, besonders Farrenkräuter, Palmenarten, enthalten, da hingegen in den unter und

über ihnen liegenden Gebirgsmassen fast lauter Seegeschöpfe vorkommen.

454. Noch eine dritte Art von Flötzgebirgen machen die aufgeschwemmten Gebirge aus, welche sich von allen vorigen dadurch unterscheiden, daß sie, allem Anschein nach, nicht aus allgemeinen Wasserbedeckungen niedergeschlagen, sondern von fluthenden Gewässern zusammen geführt worden sind. Sie scheinen neuer als die übrigen Arten der Flötzgebirge, obgleich unter sich von sehr verschiedenem Alter zu seyn. Sie finden sich blos in den Tiefen, an den Meeresküsten, im niedrigen Lande, in Thälern, und erstrecken sich nur bisweilen an hohen Gebirgen zu einer beträchtlichen Höhe. Sie enthalten eine Menge Ueberreste von Landthieren und Landgewächsen, in ihnen finden sich die Elephanten- und andere Thiergerippe, die neuerlich die Aufmerksamkeit der Naturforscher in so hohem Grade auf sich gezogen haben.

Zu dieser Klasse gehören die sogenannten Seifenbänke, die Nagelfluh, der Kalktuff, die großen Lager von Sand und Gerölle, von bituminösem Holze, Lehm u. s. w.

455. Das Schichtenartige aller dieser Gebirgsarten und die Dicke und Lage der Schichten gegen einander läßt sich gewöhnlicher Weise nicht wahrnehmen, weil die Schichten einander umschließen,

und obenher noch mit einer Decke von weicher Dammerde und dem gesammten Pflanzenreiche bedeckt sind. Es finden sich aber in den Gebirgen ziemlich häufig Risse, die mitten durch die Steinlager gehen, und ihre Seitenwände oft auf eine beträchtliche Tiefe entblößen. An solchen steilen Felsenwänden kann man die verschiedenen Gebirgslagen sehr gut sehen. Die Entstehung dieser Risse ist ebenfalls merkwürdig, hat aber noch viel dunkles. Auf alle Fälle setzt sie sehr gewaltsame Erschütterungen voraus. Die Schluchten und Klüfte, die durch solche Risse entstanden, wurden nach und nach von den Gebirgswassern ausgewaschen, und bildeten zum Theil die tiefen Thäler in den Gebirgen.

456. Manche Berge unterscheiden sich noch durch die besondre Eigenschaft, daß sie von Zeit zu Zeit aus ihrem Innern eine geschmolzene glühende Masse, Lava genannt, nebst einer Menge glühender Asche, Steine und brennender Materien auswerfen, weßhalb sie feuerspeyende Berge oder Vulkane heißen. Der Grund davon liegt nicht in der Gebirgsart, zu der sie gehören — denn sie finden sich in uranfänglichen Gebirgen sowohl als in Flötzgebirgen — sondern in den Materien, die sie in ihrem Innern verschließen. Durch öftere Ausbrüche bekommen sie gemeiniglich eine kegelförmige Gestalt, und auf

ihrem Gipfel eine trichterförmige Vertiefung — den Crater genannt — in deren Boden sich eine Oeffnung befindet, die in das Innere des Ber-ges geht. Die Ausbrüche geschehen nicht allemal aus dem Crater, sondern bisweilen auch aus der Seite des Berges. Noch ist es nicht ausgemacht, welche Materien eigentlich die Entzündung in dem Innern hervorbringen, doch zweifelt man nicht, daß sie durch einen chemischen Prozeß erzeugt wer-de, und man vermuthet, daß vornehmlich die Zersetzung von Schwefelkies und Alaunschiefer die Ursache sey. Die im Innern eingeschlossene er-hitzte Luft und die durch die Hitze erzeugten Däm-pfe bringen durch ihre Elastizität die Kraft her-vor, die so gewaltsam auf die ausgeworfenen Materien wirkt. Bey manchen Bergen wieder-holen sich die Ausbrüche öfter, bey andern selt-ner; manche sollen ganz aufgehört haben, Feuer auszuwerfen oder ausgebrannt seyn.

1. Es ist noch vieles dunkel bey den Vulkanen, selbst die Witterung, die ihren heftigen Ausbrüchen vor-hergeht, wovon es zweifelhaft ist, ob sie durch die Vorbereitungen zum Ausbruch erzeugt, oder der Aus-bruch durch sie befördert wird. Es erzeugen sich Blitze, Regengüsse; in manchen Fällen brechen ganze Ströme von Wasser und Schlamm hervor. Von der ungeheuren Menge der ausgeworfenen Massen kann man sich dadurch einen Begriff machen, daß ganze Städte auf einmal da-durch verschüttet worden sind.

2. Da die steinartigen Massen, die von den Vulkanen ausgeworfen werden, meistens durchs Feuer eine solche Veränderung erleiden, daß sie sich von den übrigen Gebirgsarten gänzlich unterscheiden, so bezeichnet man sie besonders mit dem Namen Vulkanischer Producte. Dazu gehören Lava, vulkanisches Glas, vulkanische Asche, Bimstein.

457. Was die vulkanischen Ausbrüche in den Bergen sind, das sind, nur meistens in geringerm Grade, die Erdbeben auf dem flachen Lande. Häufig sind beyde zusammen vereinigt. Die Erdbeben sind zwar selten mit wirklichen Feuer-Ausbrüchen verbunden, sie sind aber bisweilen um so zerstörender, weil ihre Wirkung nicht auf einen einzigen Punkt eingeschränkt ist. Wenn bey den Vulkanen die elastischen Flüssigkeiten durch den Ausbruch Luft bekommen und eben dadurch ihre Kraft verlieren, so bleiben sie bey den Erdbeben meistens eingeschlossen und verstärken dadurch ihre Gewalt. Bisweilen berstet jedoch der Erdboden von einander, ganze Strecken Landes stürzen zusammen, Flüsse treten aus ihren Ufern oder werden auf immer vergraben, das Meer hebt sich gewaltsam empor, Inseln steigen aus der Tiefe hervor, andere sinken ins Meer zurück u. dergl. Gemeiniglich ist die Hauptwirkung auf eine kleine Strecke eingeschränkt, indeß die bloßen Erdstöße sich über einen beträchtlichen Strich Landes verbreiten, und bisweilen

an sehr entlegenen Orten beynahe zu gleicher Zeit verspürt werden.

Die heftigsten Erdbeben im verwichenen Jahrhundert sind die von 1746, 1755, 1774, 1783, 1797, die abwechselnd in Amerika und in Europa sich ereignet haben.

---

b. Von den Gewässern auf dem Lande.

458. Man könnte die Gewässer auf dem Lande in beständige und zufällige eintheilen. Die letztern sind solche, die von zufälligen Ursachen, als Ueberschwemmungen, Regengüssen u. dergl., oder wohl gar von künstlichen Anlagen herrühren, und meistens nur von kurzer Dauer sind. Von diesen ist hier nicht die Rede. Die erstern aber werden wiederum in fließende und stehende Wasser eingetheilt, und nach ihrer verschiedenen Größe und Beschaffenheit verschiedentlich benannt. Jene heißen Ströme, Flüsse, Bäche; diese Seeen, Teiche, Sümpfe. Alle diese Gewässer verdanken am Ende ihre Entstehung den Quellen.

459. Die Quellen machen unter den Gewässern eine merkwürdige Erscheinung, weil ihre Entstehung etwas räthselhaftes hat. Sie brechen

aus der Erde hervor, und fließen beständig mit ziemlich gleicher Stärke, ohne daß man in der Erde selbst einen Wasservorrath entdeckt, aus dem sie ihren Zufluß erhalten. Man hat daher mancherley Hypothesen, woher das Wasser in ihnen käme. Die wahrscheinlichste ist, daß es von dem Regen, dem Thau, dem Nebel und andern wässerigen Lufterscheinungen herrührt, deren Feuchtigkeit in die Zwischenräume des Erdreichs dringt, und in diesen wie in Canälen fortgeht, bis sie durch Vereinigung unzähliger solcher Canäle, deren Gestalt und Ausdehnung freylich unserm Auge unbemerklich bleibt, sich anhäuft und irgendwo einen Ausweg findet. Ist dieser Weg einmal gebahnt, so zieht sich die nachfolgende Feuchtigkeit ihm um so leichter nach. Man findet daher die Quellen vornehmlich an Abhängen der Berge oder auf solchen Flächen, die noch einen höher liegenden Boden über sich haben. Ferner nehmen sie bey anhaltender Dürre ab oder vertrocknen wohl gar, und fließen bey nasser Witterung reichlicher. Auch in den Bergwerken tröpfelt das Wasser immer von oben herab, und dringt nicht von unten heraufwärts. Ingleichen kann man sich in ebenen Gegenden öfters durch Graben Quellen verschaffen, so wie man auch den Lauf einer Quelle durch Graben stören kann.

So wie manche Quellen nur bey nasser Witterung fließen und bey trockner versiegen (Hungerquellen), so giebt es andere, die regelmäßig verschwinden und wieder zum Vorschein kommen (intermittirende Quellen). Die letztern erhalten ihr Wasser unstreitig aus einem unterirdischen Wasserbehälter, mit dem sie durch einen heberförmigen Canal in Verbindung stehen.

460. Es giebt viele Quellen, deren Wasser besondere Eigenheiten hat. Einige nehmen in der Erde mancherley Stoffe in sich auf, wodurch sie gewisse Heilkräfte erlangen. Sie heißen daher mit einem allgemeinen Namen Gesundbrunnen, auch mineralische Quellen. Sie sind theils nach der Beschaffenheit, theils nach der Menge der aufgelösten Materien von sehr verschiedener Art und Wirksamkeit. Die meisten quellen kalt aus der Erde hervor, manche aber warm und noch andere fast kochend heiß. Die Hitze wird nicht durch ein unterirdisches brennendes Feuer, sondern durch eine chemische Mischung erzeugt. Manche Quellen, die vermittelst der Luftsäure eine Menge Erde aufgelöst enthalten, und beym Hervorquellen einen Theil ihrer Luft verlieren, lassen auch einen Theil ihrer Erde fallen, die sich öfters zu festen Körpern zusammenformt und Steinmassen von mancherley Gestalt bildet. Vegetabilische Körper, in die das Wasser dringt, können dadurch versteinert werden. — Besonders wichtig und nützlich für uns sind die

Quellen, welche Salz aufgelöst enthalten — Salzquellen, Soolen.

Die Untersuchung der Bestandtheile mineralischer Wasser macht einen wichtigen Gegenstand der Chemie aus. — Künstliche Gesundbrunnen. — Die stärksten heißen Quellen finden sich in einem der kältesten Länder — in Island. — Etwas von der Art, das Salz aus den Soolen zu gewinnen.

461. Das Wasser, das in den Quellen hervorkommt, bahnt sich in dem Erdreich, wenn die Beschaffenheit desselben es gestattet, einen Weg, in dem es fortfließt; und je weiter es fortgeht, desto mehr vereinigen sich solcher kleinen Gewässer. So entstehen Bäche, aus diesen Flüsse, und aus diesen endlich Ströme, die sich meistens ins Meer ergießen. Sie fließen von den höhern Gegenden nach den tiefer liegenden zu. Ihre Geschwindigkeit hängt theils von der Abschüssigkeit ihres Bettes, theils von der Weite desselben in Vergleich mit der Wassermenge ab. Die meisten Flüsse haben an verschiedenen Stellen eine verschiedene Geschwindigkeit. Sie wächst auch nicht gerade mit dem Fortgang des Flusses, weil sie durch unzählige Hindernisse wieder gehemmt wird. Die Menge Wasser, die sie enthalten, ist veränderlich. Die großen Ströme, deren Quellen auf hohen Gebirgen liegen, wachsen gemeiniglich

im Sommer, wenn der Schnee in den Gebirgen schmilzt, und werden im Winter klein, wenn die Gewässer, aus denen sie ihre Zuflüsse erhalten, gefrieren. Aus ähnlichen Gründen wachsen andere Flüsse im Frühling; und dieselbe Wirkung, die das Schmelzen des Schnees hervorbringt, können zu anderer Zeit starke Regengüsse haben, so wie anhaltende Dürre die entgegengesetzte. Berühmt ist der Nil wegen seines regelmäßigen Steigens und Fallens, und ihm sind andere Flüsse der heißen Zone hierin ähnlich. Manche Flüsse zeichnen sich in ihrem Lauf durch Gefälle (Cataracten) aus, andere dadurch, daß sie, anstatt sich ins Meer zu ergießen, sich im Sande verlieren. Das Wasser der meisten Flüsse ist süß und trinkbar, obgleich gemeiniglich mit mancherley fremdartigen Stoffen vermischt; einige führen sogar Goldsand.

Die fließenden Gewässer haben an der Bildung der Erdfläche gewiß keinen unbedeutenden Antheil gehabt, und haben ihn zum Theil noch: sie waschen die Thäler aus, sie führen das Erdreich von den Gebirgen fort, und setzen es an andern Orten wieder ab, sie durchbrechen bisweilen ihre Ufer und zerreißen das Land; sie trotzen selbst dem Meere nach und nach bedeutende Landstriche ab.

462. Die Flüsse in den kältern Gegenden der Erde frieren im Winter zu. Dieß geschieht

bey den kleinern Flüssen auf ähnliche Art, wie bey Teichen und kleinern Seeen, indem sich ihre Oberfläche mit einer ebenen Eisdecke überzieht. Auf den größern Flüssen aber bilden sich einzelne Eisschollen, vermuthlich am Ufer und an den Inseln, die vom Wasser losgerissen und fortgeführt werden, wahrscheinlich auch sich nach und nach vergrößern, und endlich sich so anhäufen, daß sie sich selbst den Ausweg verstopfen, sich alsdann an einander schieben und nun den Fluß mit einer ziemlich ungleichen Decke überziehen. Zuletzt frieren die einzelnen Eisschollen zusammen, die noch übrigen Lücken zwischen ihnen frieren meistens zu, und so wird alles eine zusammenhängende, obgleich sehr unebene, Decke. Die einzelnen Eisschollen, aus welchen sich hier zuletzt die ganze Eisdecke bildet, werden gemeiniglich Grundeis genannt. Sonst aber versteht man hierunter auch ein Eis, das auf dem Boden der Flüsse entstehen und dort anfrieren, jedoch auch öfters sich in kleinern oder größern Stücken losreißen und auf die Oberfläche kommen soll. Ueber dieses wird zwar noch gestritten, doch läßt sich seine Wirklichkeit kaum bezweifeln. — Bey gelinder Witterung berstet die Eisdecke der Flüsse wieder von einander, wobey wohl meistens der Druck des anschwellenden Flusses vorzüglich wirksam ist. Es geschieht daher häufig auf eine

sehr gewaltsame Art und mit lautem Krachen. Die zersprengten Eisschollen thürmen sich hier und da zu kleinen Bergen auf und stürzen wieder zusammen; mit ungeheurer Gewalt drängen sie gegen Ufer, Brücken und was ihnen sonst im Wege steht, und richten nicht selten ungeheure Verwüstungen an. Aus den zerspringenden und an einander stoßenden Eisschollen hat man bisweilen helle Strahlen wie Flammen hervorschießen sehen, die Beschaffenheit dieses Lichts aber noch nicht näher untersucht.

463. Wenn das Wasser, das aus der Erde hervorquillt, keinen Abfluß findet, so breitet es sich nach hydrostatischen Gesetzen nach allen Seiten aus, wie es ihm der Boden gestattet, und wächst an demselben Orte immer mehr und mehr an. Dadurch entstehen Teiche, Seeen, Sümpfe. Wenn man unter den letztern solche stehende Gewässer versteht, in denen sich das Wasser meistens mit dem Erdreich vermischt, und keinen eigentlichen Wasserspiegel bildet, so scheinen sie aus einer Menge kleiner Quellen zu entstehen, deren jede keinen beträchtlichen Wasservorrath liefert, und einen flachen Boden voraus zu setzen, auf welchem das Wasser sich nicht anhäufen kann. Durch das Verfaulen einer Menge von Pflanzen bildet sich nach und nach in ihnen ein Schlamm, aus dem sich eine besondre Art Wasserstoffgas, die

sogenannte Sumpfluft, entwickelt. Sie sind übrigens von sehr verschiedener Größe. Eben das ist der Fall mit den Seeen, von denen manche so groß sind, daß sie beträchtliche Flüsse aufnehmen, andere so klein, daß sie im Sommer beynahe vertrocknen. Die meisten Seeen enthalten süßes Wasser; doch giebt es auch viele, die ein salziges Wasser haben, wovon der Grund in Salzquellen auf ihrem Boden zu suchen ist. Ueberhaupt sind die Seeen sowohl in Ansehung der Beschaffenheit ihres Wassers als des Verhaltens ihres Wasserstandes, aus Localursachen, sehr verschieden, und manche zeichnen sich, wie z. B. der Zirknitzer See, durch besondre Eigenheiten aus, die hier nicht alle einzeln angeführt werden können.

Dritter Abschnitt.

Meteorologie oder von den Lufterscheinungen.

464. Die Luft, die unsere Erdkugel wie ein zweytes Meer von allen Seiten umfließt, ist ein Schauplatz unaufhörlicher Veränderungen der mannigfaltigsten Art, wovon vielleicht nur der kleinste Theil uns gleich bey seiner Entstehung in die Augen fällt, der übrige aber uns erst durch seine Fol-

gen bemerklich wird. Sie ist selbst eine zusammengesetzte Flüssigkeit, und kann als eine solche wieder um zersetzt und mit vielen andern Stoffen auf sehr verschiedene Weise verbunden werden; aber was noch mehr ist, so dient sie unzähligen fremden Stoffen, die von der Erde emporsteigen, zum Aufenthalt; sie wird von dem Sonnenlicht, diesem höchst wirksamen Wesen, durchdrungen; die elektrische und magnetische Kraft sind in ihr beständig gegenwärtig; und da sie überhaupt eine sehr feine Flüssigkeit ist, so setzt sie den Bewegungen der in ihr befindlichen Materien wenig Hindernisse in den Weg; daher diese den anziehenden oder zurückstossenden Kräften, die auf sie wirken, um so leichter folgen können.

465. Bis zu welcher Höhe sich der Luftkreis erstreckt, können wir eben so wenig mit Gewißheit sagen, als bis zu welcher Tiefe das Meer geht. Wäre er durchgehends von gleicher Dichtigkeit, so ließe sich seine Höhe leicht berechnen; da seine Dichtigkeit aber, je weiter von der Erde, desto mehr abnimmt, so werden die Berechnungen unsicher. Aus den Erscheinungen der Dämmerung folgt, daß er in einer Höhe von beynahe 10 geographischen Meilen noch dicht genug ist, um das Sonnenlicht zurück zu werfen; der Grad der Dichtigkeit in dieser Höhe aber läßt sich nicht einmal mit Sicherheit bestimmen, weil die Temperatur daselbst und ihre

Wirkung auf die Luft unbekannt ist. Indessen werden die meisten Lufterscheinungen in viel geringern Höhen hervorgebracht.

466. Die Luft nimmt an den Erscheinungen, die in ihr statt finden, selbst mehr oder weniger Antheil, und erleidet dadurch mancherley Veränderungen. Da sie gegen die Einwirkungen der Wärme und Kälte sehr empfindlich ist, und viele Lufterscheinungen, als Wirkungen chemischer Prozesse, mit einer Veränderung der Temperatur verbunden sind, so wird sie dadurch bald ausgedehnt, bald zusammengezogen. Dasselbe geschieht, wenn fremdartige Stoffe von ihr aufgenommen oder aus ihr niedergeschlagen werden, oder sie selbst zersetzt oder wiederhergestellt wird. In allen diesen Fällen ändert sich gemeiniglich der Grad ihrer Elastizität, und folglich der Druck, den sie vermöge desselben auf der Oberfläche der Erde ausübt.

467. Das Werkzeug, wodurch wir die Veränderungen des Drucks der Luft wahrnehmen, ist das Barometer. Nicht lange nachdem Torricelli sich der nach ihm benannten Röhre zur Bestimmung des Drucks der Luft bedient hatte, bemerkte man Veränderungen in dem Stande des Queckſilbers dieser Röhre an einem und ebendemselben Orte, die ein Beweis von Veränderungen in dem Luftkreise waren. Man gab also dieser

Röhre eine zur Bezeichnung dieser Veränderungen schickliche Einrichtung, und so entstand das Barometer, eines der nützlichsten meteorologischen Werkzeuge. Inzwischen zeigt es auch nur die Veränderungen in dem Druck der Luft an, ohne die Ursachen derselben bemerklich zu machen. Diese können sehr verschieden seyn, und ihre Bestimmung macht daher einen sehr schwierigen Punkt der Meteorologie aus.

1. Man hat die Barometer von sehr verschiedener Einrichtung, die gewöhnlichsten sind die sogenannten Heberbarometer und Kapselbarometer. Die letztern hat man neuerlich mit beweglicher Kapsel verfertigt, wodurch der Stand des Queckſilbers in der Kapsel immer auf denselben Punkt gebracht wird — eine Einrichtung, die große Genauigkeit gewährt. Eben diese hat man auch so eingerichtet, daß sie sich bequem transportiren lassen, und als Reisebarometer dienen, dergleichen man ebenfalls von verschiedener Art hat. Das Barometer mit doppelter Röhre hat neuerlich Hr. Prof. Schmidt vertheidigt. S. Annal. d. Phys. XIV.

2. Gute Barometer müssen ausgekocht seyn. Dann bekommen sie häufig die Eigenschaft, im Dunkeln zu leuchten, wenn die Queckſilbersäule in ihnen auf und ab bewegt wird, und die Ursache dieses Lichts ist die Elektrizität.

468. In der Nähe des Aequators ändert sich der Barometerstand überhaupt sehr wenig; der größte Unterschied im ganzen Jahre beträgt kaum 2 Linien; dagegen bemerkt man daselbst eine regel-

mäßige Veränderung an ihm, die alle Tage ungefähr auf gleiche Art wiederkehrt und eine Art von Ebbe und Fluth der Atmosphäre anzeigt. Weiter vom Aequator ab sind die unregelmäßigen Veränderungen gewöhnlich, und die Grenzen, zwischen welchen diese hin und her schwanken, lassen sich in unsern Gegenden wohl auf 2 Zolle setzen. Sie sind öfters von einer Veränderung der Witterung begleitet oder haben sie zur Folge; daher man das Barometer als ein Wetterglas betrachtet hat.

1. Der Abbe Rochon erzählt, daß er auf Isle de France das Barometer kurz vor einem fürchterlichen Orkan auf 25 Lin. fallen sah.

2. Der höchste Barometerstand, den ich in Gotha beobachtet habe, war 27 Zoll 10 Lin. und der tiefste 26 Zoll, also eine Veränderung, die einem Höhen-Unterschied von 177 par. Fuß gleich ist.

3. Gemeiniglich sieht man das Fallen des Barometers als eine Anzeige von Regen, und das Steigen als eine Vorbedeutung von gutem Wetter an; die Regel aber ist trüglich. Einem heftigen Sturm pflegt ein tiefer Barometerstand vorher zu gehen, aber nicht umgekehrt folgt auf tiefen Barometerstand allemal Sturm.

469. Mit der Veränderung der Elastizität der Luft ist stets auch eine Bewegung derselben verbunden. Ueberhaupt kann das Gleichgewicht einer so feinen und so weit verbreiteten elastischen Flüs-

sigkeit sehr leicht gestört, und dadurch ein Schwanken in ihr hervorgebracht werden. Eine Bewegung der Luft aber nennen wir überhaupt einen Wind. Folglich sind die Ursachen der Winde im höchsten Grade verschieden: Wärme und Kälte, Licht und Finsterniß, Sonnenschein und Regen, Luft-Erzeugung und Zersetzung gehören dazu; in den wenigsten Fällen aber können wir sie mit Bestimmtheit angeben. Eben so sind auch die Winde selbst sehr verschieden. Man unterscheidet sie in regelmäßige oder beständige, und in unregelmäßige oder veränderliche.

470. Zu den erstern gehört der Ostwind, der innerhalb der Wendekreise auf dem großen atlantischen und stillen Meere weht, und sehr wahrscheinlich von der Umdrehung der Erde verbunden mit der Ausdehnung der Luft durch die Sonnenwärme herrührt. Ferner sind die sogenannten Passatwinde dahin zu rechnen, die in verschiedenen Meeren unfern dem festen Lande den einen Theil des Jahres aus einer, und den andern Theil aus der entgegengesetzten Weltgegend wehen; über deren Entstehung aber noch wenig befriedigendes ausgemacht ist. Auf vielen Inseln des heißen Erdstriches weht am Tage eine kühle Seeluft und des Nachts ein warmer Landwind, unstreitig weil die Luft am Tage über dem von der Sonne erhitzten Lande mehr ausgedehnt wird, als über der kühlen

See, des Nachts hingegen über dem Lande sich eher zusammenzieht, als über der See. Alle diese Arten von Winden wehen sehr gleichförmig und gelinde, und ihre Geschwindigkeit beträgt nicht über 10 bis 15 Fuß in einer Secunde.

471. Bey den unbeständigen Winden hingegen ist auch alles unbeständig: die Ursache ihrer Entstehung; die Zeit, zu der sie wehen, und ihre Dauer; die Gegend, aus der sie herkommen, und ihre Geschwindigkeit. Sie sind vornehmlich in den gemäßigten und kalten Zonen zu Hause; doch sind auch hier in jedem Lande gewisse Winde herrschend, und zeichnen sich durch gewisse Eigenschaften aus. Man schreibt ihnen einen großen Einfluß auf die Witterung zu; aber sie sind es nicht sowohl, die die Witterung bestimmen, als es die Ursachen sind, durch welche sie erzeugt werden. Ihre Richtung wird nach der Gegend des Horizonts bestimmt, aus der sie herkommen, doch ohne Rücksicht auf die Neigung gegen die Ebene des Horizonts. Die letztre zu bestimmen, fehlt es noch an bequemen Hülfsmitteln. Nicht selten wehen in verschiedenen Höhen verschiedene Winde. Geht ihre Geschwindigkeit in einer Secunde über 40 Fuß, so heißen sie schon Stürme, und sehr heftige Stürme werden Orkane genannt. Eine Geschwindigkeit von mehr als 100 Fuß in einer Secunde ist bey einem Winde etwas außerordentliches. Die Gewalt hef-

tiger Winde ist sehr groß. Ihre Stärke überhaupt zu bestimmen, dienen die Anemometer.

1. In unsern Gegenden von Europa ist der Westwind herrschend und der Wind, der uns den meisten Regen bringt; Nord- und Südwind sind selten; Ost- und Nordostwinde sind im Winter mit kalter und im Sommer gemeiniglich mit trockner Witterung verbunden.

2. Die Richtung des Windes läßt sich aus dem Stande der Windfahnen oder Wetterhähne, aus dem Zuge der Wolken, des Rauchs u. dergl. erkennen. Die Anemometer hat man von sehr verschiedener Art; zu den bekanntesten gehören die von Bouguer, von v. Dalberg, von Oertel, von Woltmann.

3. Manche Arten von Winden in den wärmern Ländern sind wegen ihrer schädlichen Eigenschaften übel berüchtigt, als: der Samum, der Harmattan, der Chamsin, der Scirocco.

4. Wirbelwinde sind eine Art von Strudel in der Luft, die im Kleinen häufig an heißen Tagen entstehen und den Staub in wirbelnder Bewegung in die Höhe heben; wenn sie aber im Großen sich zeigen, so sind sie wohl auf dem Lande das, was die Wasserhosen auf dem Meere sind, und dann üben sie eine furchtbare Gewalt aus.

472. Die Erde und die Luft erhalten ihre Gemeinschaft mit einander durch eine beständige Wechselwirkung: die Erde giebt stets von den Materien, die sie enthält, an die Luft ab, und empfängt dagegen von ihr die ihr anvertrauten Stoffe, nicht selten in einem veränderten Zustande, wieder zurück. Das Wasser ist vielleicht der Körper, durch den

diese Gemeinschaft am meisten unterhalten wird. Unaufhörlich steigt es von der Erde in die Luft, und kommt von da unter mancherley Gestalt wieder auf die Erde zurück. Inzwischen hat diese Erscheinung, so gemein sie auch ist, noch viel räthselhaftes. Das Emporsteigen des Wassers wird durch die Wärme bewirkt, die das Wasser in einen Dunst verwandelt; daher die Erscheinung selbst die Ausdünstung genannt wird. Die Wasserdünste bestehen aus Bläschen, aber die Beschaffenheit dieser Bläschen ist noch unbekannt.

473. Da die Ausdünstung durch die Wärme hervorgebracht wird, so ist sie im Ganzen in der warmen Jahreszeit größer als in der kalten, und am Tage größer als in der Nacht; doch hört sie zu keiner Zeit ganz auf, und selbst im Winter dunstet das Eis aus. Die Umstände, die sie befördern oder verzögern, sind noch nicht ganz bestimmt. Man rechnet zu den erstern Trockenheit der Luft, Wind, Verschiedenheit in der Temperatur des Wassers und der Luft. Auch verdunstet Wasser, das mit Erde oder andern Dingen mechanisch vermischt ist, viel mehr als bloßes Wasser. So unmerklich übrigens die Ausdünstung vor sich geht, so beträchtlich ist doch die Menge Wasser, die dadurch in die Luft gehoben wird. Um diese genauer zu bestimmen hat man verschiedene Arten von Instrumenten,

die den Namen der Atmometer oder Atmidos meter führen.

1. Ist die Verdunstung größer, wenn die Luft wärmer als das Wasser, oder wenn das Wasser wärmer als die Luft ist? Unter welchen Umständen verdunstet insbesondre das Eis? Ist es nothwendig, daß das Eis erst schmilzt, oder giebt es vielleicht eine Verbindung des trocknen Eises mit dem Wärmestoff, eine Art von Eisdunst? Wie kann überhaupt ein Wasserdunst in der Luft bey einer Temperatur unter 32° Fahr. bestehen?

2. Man schätzt die Größe der Ausdünstung des Wassers auf der Erde im ganzen Jahr nach einer Mittelzahl auf 30 Zoll; dieß giebt eine Wassermenge von ungefähr 200 Cubikmeilen. J. B. de St. Martin setzt die Ausdünstung eines Baumes von mittlerer Größe auf 30 Pfund Wasser in einem Sommertage. Nach ihm ist die Ausdünstung der Pflanzen so groß, daß man sie auf einem Quadratfuß Land auf 18 Unzen täglich schätzen kann, und daß sie daher in den 6 Sommermonaten so viel beträgt, daß das Wasser das Feld auf 45 Zoll 9 Lin. hoch bedecken würde.

3. Jedes prismatische oder cylindrische Gefäß von bekannter Grundfläche kann zwar als Atmometer gebraucht werden, doch erfordern genauere Versuche viele Vorsicht. Die Ausdünstung in kleinen Zeiträumen zu beobachten, dient das Richmannische Atmometer.

474. Die Ausdünstung ist Ursache, daß die Luft beständig mehr oder weniger feucht ist. Es fehlt aber sehr viel, daß alles Wasser, das in die Luft steigt, sich hier als Feuchtigkeit zu erkennen geben, oder daß der Grad der Feuchtigkeit mit der Stärke der Ausdünstung im Verhältniß stehen sollte.

Vielmehr ist die Luft oft verhältnißmäßig am trockensten, wenn die Ausdünstung am besten von statten geht. Das Wasser bleibt also nicht als Dunst in der Luft, sondern kommt hier, wenigstens zum Theil, in einen neuen Zustand, worin es aufhört, andere Körper feucht zu machen. Nach de Lüc, Lichtenberg und andern wird es selbst in Luft verwandelt; nach der gewöhnlichen Meinung wird es von der Luft aufgelöst.

1. Die Instrumente zur Beobachtung der Feuchtigkeit der Luft heißen Hygrometer. Man hat sie von sehr verschiedener Einrichtung und Güte. Die gemeinsten bestehen aus einer hanfenen Schnur, einer Darmsaite, einem Stückchen Haberrohr oder einem ähnlichen Körper, der durch die Feuchtigkeit aufgeschwellt und verkürzt, und durch Austrocknung wieder verlängert wird. An dieser ist ein Zeiger oder ein Paar menschliche Figuren, oder sonst etwas befestigt, das durch seine verschiedene Stellung Feuchtigkeit oder Trockenheit anzeigen soll. Die meisten Instrumente dieser Art sind von keinem sonderlichen Werth. Die besten Hygrometer, die wir bis jetzt haben, sind die Saussüre'schen und de Lüc'schen. Auch verdient das Lowitzische, aus einer dünnen Scheibe von Astrachanschen Thonschiefer, Erwähnung. Aehnliche Scheiben hat Hr. Lüdicke auf eine künstliche Art verfertigt.

2. Man hat neuerlich die Tauglichkeit der Hygrometer zu ihrem Zweck überhaupt bestritten, weil die hygroskopische Substanz nur dann von dem in der Luft aufgelösten Wasser affizirt werden könnte, wenn sie zu demselben eine nähere Verwandtschaft hätte, als die Luft oder der Wärmestoff; folglich durch dieselbe nur die Menge des freyen oder liquiden Wassers in der Luft an-

gezeigt würde. Allein wenn die Luft das Wasser wirklich auflöst, so muß sie wohl eben so gut dadurch feucht werden, als Wasser durch das aufgelöste Salz salzig wird; und diese feuchte Luft wird sich an die hygroskopische Substanz anhängen und auf ähnliche Art darauf wirken, als die Feuchtigkeit unmittelbar. Dieß scheint auch in gewissem Grade wirklich zu geschehen. Wo also das Hygrometer keine Feuchtigkeit anzeigt, da kann man auch die Luft nicht feucht nennen; folglich ist auch das Wasser in einer solchen Luft nicht mehr als feucht machende Materie vorhanden; folglich ist es in diesem Zustande schwerlich von der Luft aufgelöst, sondern mit den andern Bestandtheilen der Luft zu Luft aufgelöst. Eben so ist es in den Dämpfen nicht von den Dämpfen aufgelöst, sondern mit dem Wärmestoff zu Dämpfen aufgelöst. Um die Menge der letztern in der Luft zu erkennen, muß man das Thermometer mit dem Hygrometer verbinden, und durch Erniedrigung der Temperatur der Luft die Dämpfe zu zerstören, und dadurch dem Hygrometer fühlbar zu machen suchen.

475. Das Wasser, das durch die Ausdünstung in die Luft steigt, kommt auf verschiedenen Wegen wieder aus ihr zurück. Wahrscheinlich wird durch die Gewächse und Erden beständig Feuchtigkeit eingesogen, wenn gleich auf eine uns unmerkliche Weise. In einem stärkern Grade wird das Wasser durch den Thau aus der Luft zurückgebracht — eine Erscheinung, die zwar sehr gemein ist, aber noch manche Dunkelheiten enthält. Er entsteht zu allen Jahreszeiten, obwohl vorzüglich im Herbst, und immer nur kurz nach Sonnenuntergang, und um die Zeit des Sonnenaufgangs. Die Kühle, die sich gleich nach Sonnenuntergang schnell durch

die Atmosphäre verbreitet, scheint die Dünste, die sich noch in ihrer ersten Gestalt in der Luft, vornehmlich in den niedrigsten Schichten derselben, befinden, zu zerstören und dadurch den Thau hervor zu bringen. Daß eben dieser Prozeß aber auch zur Zeit des Sonnenaufgangs vor sich geht, scheint ein Beweis zu seyn, daß das Licht einigen Antheil daran hat. Auch die Elektrizität hat wahrscheinlich einigen Einfluß darauf. Manche Körper werden vorzüglich stark bethaut, andere nicht. In trüben und warmen, ingleichen in windigen Nächten pflegt es nicht zu thauen.

1. Einige behaupten, der Thau käme aus der Erde, und dieß kann in so fern gegründet seyn, als auch noch eine kurze Zeit nach Sonnenuntergang aus der warmen Erde Dünste aufsteigen, die sich in der kühlen Atmosphäre alsbald wieder niederschlagen. Es ist aber nicht wahrscheinlich, daß aller Thau davon herrühre, denn man fühlt gleich nach Sonnenuntergang die ganze untere Luftschicht feucht.

2. Da das Verschwinden und Hervorgehen des Sonnenlichts ähnliche Wirkungen hervorbringt, so scheint hier so etwas wie negativ und positiv statt zu finden. Ich sah einmal an einem Morgen, wo es nicht gethaut hatte, sich schnell den Thau in Menge erzeugen, als plötzlich die Sonne durch die Wolken brach. — Ob wohl der Abendthau ganz von einerley Beschaffenheit wie der Morgenthau ist?

3. Die sogenannten Drosometer, oder Werkzeuge, die Menge des Thaues zu messen, sind bis jetzt noch sehr mangelhaft.

4. Der Honigthau und Mehlthau scheinen keine meteorologischen, sondern vegetabilische oder animalische Producte zu seyn.

476. Wenn der Thau gefriert, so entsteht der Reif. Dieser ist folglich ein Product der kalten Jahreszeit, und vorzüglich zu Anfang und Ende derselben häufig. Der Erdboden und selbst erhabenere Flächen, z. B. Dächer, werden dadurch wie mit einem weißen Puder bedeckt, die Zweige der Bäume und Sträuche aber mit feinen Eisnadeln besetzt. Auf ähnliche Art hängt sich auch andere Feuchtigkeit der Luft, z. B. des Nebels, bey Tage und bey Nacht an Bäume und andere Gegenstände, und gefriert. Alsdann nennen wir es Duft. Mit dieser Erscheinung hat das Gefrieren der Fensterscheiben und das Beschlagen der Gebäude eine Aehnlichkeit. Im erstern Fall ist es die Feuchtigkeit der Stubenluft, die sich bey Nacht an die kalten Fenster hängt und gefriert; im letztern die Feuchtigkeit der freyen Luft, die sich bey plötzlich einfallender milderer Witterung an die kalten Mauern niederschlägt und durch die Kälte derselben zum Gefrieren gebracht wird.

1. Beym Reif sieht man häufig hölzerne Brücken in vorzüglichem Grade damit bedeckt, unstreitig weil das Holz als eine hygroskopische Substanz die Feuchtigkeit stärker anzieht, und als ein schlechter Wärmeleiter die Wärme der Erde, zumal wenn es hohl liegt, nicht gut fortpflanzt.

2. Die Fenster gefrieren gemeiniglich an der innern Seite; bisweilen aber geschieht es auch an der äußern Seite, nehmlich bey entstehendem Thauwetter an den Fenstern kalter Kammern.

477. In größerer Menge als beym Thau schlägt sich die Feuchtigkeit aus der Luft beym Nebel nieder, aber mit dem Unterschiede, daß sie nicht ganz zu Boden fällt, sondern in der untersten Schicht der Atmosphäre schweben bleibt. Das Wasser wird nehmlich nicht ganz reducirt, sondern es behält die Form der Bläschen, die es zu Anfange bey der Ausdünstung annimmt. Daher scheint der Nebel der umgekehrte Prozeß der Ausdünstung zu seyn. Die Hygrometer gehen in ihm jederzeit auf den höchsten Grad der Feuchtigkeit; ja wenn er sehr stark ist, so zerstört sich ein Theil seiner Bläschen und fällt in kleinen Wassertropfen, wie ein feiner Staubregen, zu Boden. Gemeiniglich entsteht er des Abends nach Sonnenuntergang, besonders in den Thälern, und wird am Tage durch die Sonnenstrahlen wieder zerstreut. Bisweilen aber ist er so stark, daß er einen ganzen Tag und wohl länger dauert. Die starken Nebel sind vornehmlich dem Herbst und Winter eigen. In Gebirgen sieht man gemeiniglich vor entstehendem Regen einen Nebel aus den Bergen emporsteigen. Wenn andere Materien als Wasser sich in Dunstgestalt im Luftkreise anhäufen, welches bis-

wellen im Sommer geschieht, so entsteht der Heiderauch oder Heerrauch, dessen wahre Beschaffenheit noch unbekannt ist.

Wenn der Nebel steigt, so ist es ein Zeichen, daß die Luft sich verdichtet, und das pflegt ein Vorbote von Regen zu seyn; fällt hingegen der Nebel, so hat die Luft die entgegengesetzte Beschaffenheit und es wird gemeiniglich heitres Wetter.

478. Mit dem Nebel haben die Wolken die größte Aehnlichkeit, ja wenn der Nebel sich erhebt, so bildet er die Wolken selbst. Man kann also eine Wolke als einen Nebel in der Höhe ansehen. Sie bestehen folglich auch aus einem Wasserdunst, der nur spezifisch leichter als der Wasserdunst des gewöhnlichen Nebels ist. Sie sind aber auch von sehr verschiedener Beschaffenheit in Ansehung ihrer Gestalt, Größe und äußerm Ansehen, und halten sich in sehr verschiedenen Höhen. Bisweilen überziehen sie den Himmel nur wie ein dünner Flor — diese gehen am höchsten; ein andermal bilden sie eine dichtere zusammenhängende Decke, die unbeweglich über den Himmel ausgebreitet scheint; wieder andere ziehen in abgesonderten Stücken über den Himmel hin, oder thürmen sich wie Gebirge auf. Besonders merkwürdig sind die dünnen Wolken, die sich in langen Streifen wie Bogen größter Kreise über den Himmel ziehen und oft aus einer

einzigen Stelle zu entspringen scheinen. Nach de Lüc's Beobachtung geht in ihnen ein beständiger Wechsel vor: von oben her verdunsten sie und zerstören sich, indeß der Verlust in ihrem Innern wieder ersetzt wird. Ihre Entstehung ist nicht eine Folge einer localen Kälte in der Atmosphäre, oder einer Uebersättigung mit Wasserdünsten, sondern eines chemischen Prozesses, dessen Beschaffenheit wir noch nicht kennen; so wie ihr Verschwinden von dem entgegengesetzten Prozeß herrührt, der die Dünste in den Zustand bringt, worin sie nicht mehr auf das Hygrometer wirken.

Wenn die Sonne zwischen Wolken durchscheint, so entsteht öfters die Erscheinung, wo wir sagen, die Sonne ziehe Wasser. Merkwürdig ist dabey die optische Täuschung, als ob die Sonnenstrahlen sehr divergent nach der Erde zu gehen, da sie doch parallel laufen.

479. Wenn der Prozeß, durch den sich eine Wolke bildet, eine gewisse Stärke erreicht, so daß die Dünste sich in größerer Menge aus der Luft absondern, als sie von ihr aufgenommen werden, so entsteht der Regen. Wir kennen also auch die eigentliche Ursache des Regens nicht. Die Wolke wird durch den herabfallenden Regen nicht vermindert, sondern vergrößert sich nicht selten dabey, zum Beweise, daß der Verlust, den sie von der ei-

nen Seite erleidet, in ihrem Innern mehr als ersetzt wird. Während des Regens zeigt sich die Luft meistens negativ-elektrisch; doch ist daraus noch nicht auf einen unmittelbaren Antheil der Elektrizität an der Entstehung des Regens zu schliessen. Uebrigens ist der Regen in Ansehung seiner Stärke, Dauer, Ausdehnung sehr verschieden, und wird daher auch mit verschiedenen Benennungen bezeichnet, als: Staubregen, Landregen, Strichregen, Platzregen. Die Regentropfen selbst werden größer, je tiefer sie fallen, weil sich immer mehr Feuchtigkeit an sie anhängt. Der Widerstand der Luft und die ihnen anklebenden Luft- und Dunstbläschen sind Ursache, daß sie nicht mit der Geschwindigkeit herabfallen, die sie nach den Gesetzen des Falls haben sollten.

1. Seit den interessanten Beobachtungen des Hrn. Prof. Ermann über die Art, wie das Elektrometer in der freyen Luft affizirt wird, je nachdem es dem Erdboden oder einem andern Gegenstande genähert oder davon entfernt wird, muß man billig gegen alle frühern Angaben der sogenannten Luftelektrizität mißtrauisch seyn. Die negative Elektrizität beym Regen scheint nur von der Annäherung der Regentropfen gegen das Elektrometer herzurühren, ohne einen eigenthümlichen Zustand der atmosphärischen Elektrizität anzudeuten.

2. Bisweilen ergießt sich der Regen gleichsam stromweise herab, und die Wolke scheint bis auf die Erde zu reichen — man nennt dieß einen Wolkenbruch.

480. Um die Menge des herabfallenden Regens zu messen, bedient man sich der Regenmesser (Ombrometer, Hyetometer), die man von verschiedener Einrichtung hat. Allenfalls kann ein jedes Gefäß von bekannter Oberfläche dazu dienen, wenn man in den Boden desselben eine Oeffnung macht, wodurch das Wasser in ein anderes Gefäß ablaufen kann, aus dem es nicht so leicht verdunstet. Die Beobachtungen über die jährlich herabfallende Menge in verschiedenen Ländern und zu verschiedenen Zeiten geben sehr ungleiche Resultate. Bergmann setzt sie im Durchschnitt auf 30 Zoll. Seiner Beschaffenheit nach ist das Regenwasser gemeiniglich sehr rein, besonders wenn es schon einige Zeit geregnet hat, und der in der Luft schwebende Staub und andere fremdartige Stoffe erst zu Boden geschlagen sind. Bisweilen aber sind diese Stoffe in solcher Menge vorhanden, daß sie sich mit dem Regenwasser vermischen und ihm ein ungewöhnliches Ansehen geben. Daher die Meinung von sogenannten Wunderregen entstanden ist.

Zu den letztern gehört der Schwefelregen, der Blutregen, der Steinregen, der Sandregen, der Froschregen, der Mannaregen, der Erbsenregen u. m. a. Bisweilen vermischt sich das Regenwasser erst auf der Erde mit solchen fremdartigen Theilen. An den meisten Arten der Wunderregen aber hat der eigentliche Regen gar keinen Theil.

481. Der Steinregen hat neuerlichst die Aufmerksamkeit der Naturforscher in hohem Grade auf sich gezogen. Man hat aber eine doppelte Art desselben zu unterscheiden: an der einen hat der wirkliche Regen Antheil, an der andern nicht. Es geschieht nehmlich bisweilen, daß ein heftiger Regen eine Menge Steine von einem Ort an einen andern, wo vorher keine waren, hinschwemmt; oder daß er die dünne Decke von Erdreich, unter der die Steine irgendwo verborgen lagen, wegspült. In beyden Fällen kann es das Ansehen haben, als ob die Steine mit dem Regen selbst herabgefallen wären. Diese Art von Steinregen hat weiter nichts Wunderbares. Desto merkwürdiger aber ist die andere Art, wo wirklich Steine aus der Luft herabfallen, wenn gleich nur einzeln und wenigstens nicht in solcher Menge, daß sie den Namen eines Regens verdiente.

Die meisten Beyspiele von Steinregen in den alten Schriftstellern gehören wohl zu der erstern Art.

482. Es ist zwar immer eine seltene Erscheinung, daß Steine aus der Luft herabfallen, doch hat man Beyspiele aus sehr verschiedenen Ländern davon, an deren Wahrheit sich nicht zweifeln läßt. Die herabgefallenen Steine, so viel man deren bis jetzt noch untersucht hat, zeigen einerley Beschaffen-

heit. Man kann also auf einerley Ursprung derselben schließen. Sie unterscheiden sich von allen sonst bekannten Steinen auf unserer Erde. Das Herabfallen selbst ist meistens mit einem donnerähnlichen Getöse verbunden, und die Steine tragen Spuren des Feuers an sich. Auch haben sie das Ansehen von Feuerkugeln gehabt, wo man sie noch hat herabfallen sehen, und sind glühend heiß gewesen, wenn man sie gleich gefunden hat. Ueber ihren Ursprung wird gestritten. Einige sind der Meinung, daß sie vom Monde herrühren; andere, daß sie gleichsam Ueberreste von Weltkörpern wären; andere, daß sie von der Erde selbst aus unbekannten Gegenden kämen; die meisten aber scheinen zu glauben, daß sie in der Atmosphäre selbst, freylich durch einen uns noch unbekannten chemischen Prozeß, entstehen.

Die Bestandtheile dieser Steine sind: Kieselerde, Talkerde, Kalkerde, Eisen und Nickel. Der größte unter allen bis jetzt bekannten Steinen dieser Art ist der im Jahr 1492 zu Ensisheim im Elsaß herabgefallene Stein, der 260 Pfund wog. Die größte Menge von Steinen aber, die zu gleicher Zeit herabgefallen ist, ist im Jahr 1803 in Frankreich herabgefallen, wo sie auf einer Fläche von ungefähr $2\frac{1}{2}$ französischen Quadratmeilen über 2000 Stück betrug, worunter einige von 17 Pfunden waren.

483. Der gemeine Regen bietet, wenn er im Entstehen gefriert, noch eine besondere Erschei-

nung dar, nehmlich, den Schnee. Dieser zeichnet sich durch seine artigen Figuren von mannigfaltiger Art aus, deren Entstehung man der eigenthümlichen Krystallisation der Wasserdünste beyle-gen muß. Das Wasser, das man aus geschmolzenem Schnee erhält, ist dem Regenwasser gleich. Nach Hassenfratz sollte es mehr Sauerstoff enthalten und deßhalb dem Wachsthum der Pflanzen besonders günstig seyn. Diesem wird von Carradori und andern widersprochen. Dagegen ist gewiß, daß der Schnee als ein schlechter Wärmeleiter die in der Erde verborgenen Pflanzen gegen die Kälte schützt und dadurch ihnen heilsam wird.

Er ist auch das beste Mittel zur Wiederherstellung erfrorner Gliedmaßen und zur Wiederbelebung erfrorner Geschöpfe.

484. Nicht so einfach als die Entstehung des Schnees ist die Entstehung des Hagels zu erklären. Er ist zwar auch ein gefrorner Regen; aber hier sind es Tropfen von beträchtlicher Größe, die sich in kleine Eisklumpen verwandeln, indeß dort die Dünste gleich bey ihrem Zusammengehen in kleine Eiskrystalle anschießen. Die Bildung des Schnees scheint ein langsamer, ruhiger Prozeß, die des Hagels eine schnelle und gewaltsame Operation zu seyn. Das anscheinend Sonderbare dabey ist, daß der Hagel gerade in der wärmern Jahreszeit zu

fallen pflegt, und nicht etwa aus einer Höhe kommt, in der auch im Sommer Wasser gefrieren würde. Die Hagelwolken gehen vielmehr gewöhnlich sehr niedrig; sie zeichnen sich durch ihr dunkles Ansehen aus; nicht selten hört man in ihnen ein Geprassel, und gemeiniglich sind die Hagelwetter von Blitz und Donner begleitet. Sie fangen öfters mit einem bloßen Platzregen an, und endigen auch in einen solchen. Bey Gewittern fängt es bisweilen gleich nach entstandenem Blitz an zu hageln. Man kann also nicht zweifeln, daß die Hagelwetter durch einen chemischen Prozeß entstehen, wobey nicht nur Wasser in Menge erzeugt, sondern zugleich eine solche Kälte hervorgebracht wird, daß es gefriert. Welche Materien aber hier mit einander diesen Prozeß bewirken, wissen wir bis jetzt nicht.

1. Das Geprassel in den Wolken rührt nicht von dem Aneinanderschlagen der Hagelstücken, sondern höchst wahrscheinlich von Zersetzung der Luft her.

2. Die Masse von Hagel, die bisweilen aus einer verhältnißmäßig kleinen Wolke herabstürzt, ist zum Erstaunen groß, und der Schaden, der dadurch angerichtet wird, nicht selten sehr beträchtlich. Man hat Beyspiele von einzelnen Hagelstücken, die über ein Pfund schwer waren, ja in Ungarn soll ein Stück Eis von 11 Centnern aus der Luft gefallen seyn. S. Annal. d. Phys. XVI. S. 75.

485. Der Hagel ist häufig der Begleiter der Gewitter, und daher scheint die Entstehung der

letztern der Entstehung der Hagelwetter ähnlich zu seyn. Die Erklärung beyder hat daher gleiche Schwierigkeit. Auch die Gewitter entstehen in der Regel im Sommer, und zwar nach warmen schwülen Tagen; und gemeiniglich wird es darnach kalt, zum Beweise, daß sie, wie die Hagelwetter, durch einen Kälte erzeugenden Prozeß entstehen. Bis jetzt aber wissen wir nicht viel mehr von der Beschaffenheit dieses Prozesses, als daß der Blitz, der dabey entsteht, ein elektrischer Strahl ist. Dieß ist zuerst von Franklin auf eine entscheidende Weise dargethan worden, nachdem schon mehrere Physiker vorher es vermuthet hatten. Wie aber die Elektrizität in den Wolken entsteht, ist sehr ungewiß. Durch bloße Mittheilung der Luftelektrizität kann es nicht seyn, weil sie sonst in der Wolke keine größere Spannung erlangen könnte, als in der Luft selbst; durch Reiben an der Luft ist noch weniger wahrscheinlich, weil die Reibung eines Haufen von Dünsten gegen eine dünne Flüssigkeit nur gering seyn kann. Unstreitig ist also die Elektrizität eine Folge eben desjenigen Prozesses, der die ganze Gewitterwolke erzeugt. Durch Regen, feuchte Luft und dergleichen kann immer ein Theil derselben abgeleitet und zerstreut werden; allein da Regen und Dünste nur schlechte Leiter sind, so kann die Elektrizität in solcher Menge erzeugt werden,

daß ein Ueberschuß davon in der Wolke bleibt, der sich von Zeit zu Zeit durch den Blitz entladet.

1. Der Unterschied zwischen einer gemeinen Regenwolke und einem Gewitter kann eben darin bestehen, daß in jener die Elektrizität in nicht größerer Menge erzeugt, als durch den Regen abgeleitet wird, in dieser hingegen die Ableitung durch den Regen geringer, als die Anhäufung in der Wolke selbst ist.

2. Man hat auch Beyspiele von Gewittern im Winter, sie sind aber bey uns selten, und erfolgen auch dann nur nach ungewöhnlich gelinder Witterung. Merkwürdig aber ist es, daß sie, nach der Versicherung des Hrn. v. Hauch, an verschiedenen Orten der Norwegischen Küste im Winter fast so häufig wie im Sommer sind. (S. Schriften der phys. Klasse d. Ges. d. Wiss. in Kopenhagen — herausgegeben von Rafn. I. Bd. 2s Heft.)

486. So wie ein jeder elektrischer Funke aus einer Verbindung positiver und negativer Elektrizität entsteht, so auch der Blitz. Von welcher Beschaffenheit also auch die Elektrizität der Wolke sey, so bringt sie in den benachbarten Körpern die entgegengesetzte Elektrizität durch Vertheilung hervor, und der Blitz fährt daher nach denjenigen Körpern, in welchen die Vertheilung am leichtesten entsteht, d. h. in die, welche ihm nahe genug liegen und ihn am besten leiten. Daher sind hoch liegende Gegenstände seinem Anfall vorzüglich ausgesetzt. An der Oberfläche der Erde aber verliert er sich gewöhnlich, weil er hier durch die entgegengesetzte Elektrizität

gesättigt, und mithin ausgelöscht wird. Seine Wirkungen sind den Wirkungen elektrischer Schläge völlig ähnlich. Daß er nicht immer zündet, auch wenn er einschlägt, rührt daher, daß er nicht immer gleich stark ist, und die Materien, durch die er fährt, nicht gleich entzündlich sind. Bisweilen hat sein Gang etwas anscheinend sonderbares, wovon der Grund unstreitig in dem verschiedenen Grad der Leitungsfähigkeit der Körper, die auf und an seinem Wege lagen, zu suchen ist. Bisweilen zertheilt er sich in zwey oder mehrere Theile. Bey seinen Wirkungen muß man auf die gewaltsame Ausdehnung der Luft, und das gestörte elektrische Gleichgewicht derselben rechnen. Der Donner ist auch ein Gegenstand, der besondre Aufmerksamkeit verdient. Es wird noch gestritten, ob er von dem Blitz und dem Echo der Erde und Wolken, oder von fortdauernden Zersetzungen der Luft in der Gewitterwolke herrührt.

1. Bisweilen scheinen Blitze aus der Erde gegen die Wolke zu fahren. — Aus der Zeit, die zwischen Blitz und Donner verstreicht, läßt sich die Entfernung des Gewitters ungefähr beurtheilen.

2. Bey herannahendem Gewitter fängt, nach Rosenthals Beobachtung, das Barometer an zu steigen, vermuthlich weil durch die Verstärkung der Elektrizität der Luft auch ihre Elastizität vermehrt wird.

487. Obgleich mit dem Gewitter bisweilen einige Gefahr für unsre Person und unser Eigenthum

verbunden ist, so stellt man sie sich doch gemeiniglich übertrieben vor; und durch gehörige Vorsicht kann man selbst diese noch vermindern. Wenn nehmlich ein Gewitter ganz in der Nähe ist, so muß man vermeiden, sich an solche Orte im Hause oder auf dem Felde zu stellen, die der Blitz gern zu treffen pflegt. Noch weniger muß man ihn durch stark leitende Materien, z. B. durch Feuer in der Küche, in das Innre des Hauses locken. Den sichersten Schutz aber gewähren gut angelegte Blitzableiter, wenn sie gleich nicht die Kraft haben, den Blitz oder wohl gar die Gewitter selbst anzuziehen.

1. Der Zug in einem Hause, den man sonst für gefährlich hielt, ist wohl unschädlich, da man kein Beyspiel hat, daß der Blitz zum offnen Fenster hereingeschlagen hat.

2. Die Blitzableiter werden nach der Vorschrift von Reimarus ohne Auffangungsstangen angelegt, und nicht in die Erde geleitet; dagegen muß der ganze Dachrücken und der obere Rand der Schornsteine bedeckt und die Ableitung ununterbrochen bis zur Erde geführt werden.

488. Das Wetterleuchten wird von vielen für eine eigenthümliche Erscheinung, von andern nur für ein entferntes Gewitter gehalten. Der Umstand, daß man es meistens am Horizont gewahr wird, und daß Gewitter am Horizont oder

vielleicht noch mehr unter dem Horizont, von deren Blitz man nur den Widerschein über demselben gewahr wird, dem Wetterleuchten ähnlich sind, hat wohl zu der letztern Meinung Veranlassung gegeben. Doch scheint die erstere gegründeter zu seyn. Denn wirklich sieht man auch zuweilen in der Höhe wetterleuchten; der ganze Himmel in der Gegend des Zenirhs wird dadurch erhellt, was doch schwerlich die Wirkung eines Blitzes am Horizont seyn könnte. Bisweilen scheint es auch mit einem eigentlichen Gewitter verbunden zu seyn; denn es giebt Gewitter, in denen es fast unaufhörlich blitzt, wobey aber nur einige Blitze im Zickzack hinfahren und mit Donner begleitet sind, die übrigen hingegen dem auflodernden Feuer der Blitze beym Wetterleuchten gleichen, und keinen Donner hören lassen.

Man sieht das Wetterleuchten allgemein für eine elektrische Erscheinung an, indessen ist die Sache nicht, wie beym Gewitter, durch unmittelbare Beobachtungen erwiesen. Der Blitz beym Wetterleuchten ist vom elektrischen Blitz sowohl in seinem äußern Ansehen, als auch in seinen Wirkungen so sehr verschieden, daß man wohl an ihrer gleichen Natur zweifeln kann. Das Ausströmen der Elektrizität eines überladenen Körpers, womit man das Wetterleuchten verglichen hat, geschieht nicht so stoßweise, wie dieses; und der überladene Körper entladet sich durch einen wirklichen Blitz, sobald ihm ein anderer Körper genähert wird, die wetterleuchtende Wolke aber nicht. Es könnte also wohl seyn, daß

das Wetterleuchten ein eigenthümlicher, nicht elektrischer, Prozeß ware.

489. In die Klasse der elektrischen Erscheinungen gehört ohne Zweifel das sogenannte St. Elms-Feuer. Dieses Licht, das den elektrischen Büscheln gleicht, zeigt sich, wie diese, nur an eckigen und spitzigen mit der Erde in Verbindung stehenden Gegenständen, z. B. an den Spitzen der Mastbäume, an den Auffangungsstangen der Wetterableiter, und scheint die Wirkung einer starken Elektrizität der Atmosphäre oder des Erdkörpers zu seyn. Man kann diese Erscheinung mit mehrerm Recht als das Wetterleuchten mit dem Ausströmen eines überladenen elektrischen Körpers vergleichen. Sie pflegt sich bey heftigen Gewittern zu zeigen, und die Schiffer sehen sie alsdann für ein günstiges Zeichen und eine Anzeige, daß das Gewitter zu Ende geht, an. Auch hat man kein Beyspiel, daß sie von schlimmen Folgen gewesen wäre, selbst wenn sie sich an lebendigen Geschöpfen, z. B. den Ohren eines Pferdes, der Hutspitze auf dem Kopfe eines Menschen, gezeigt hat. Bestimmte Beobachtungen und Versuche mit elektrometrischen Instrumenten fehlen indessen auch über diese Erscheinung noch.

Die alten römischen Soldaten beobachteten diese Flämmchen bisweilen an ihren im Lager aufgepflanzten

Speeren. Sie sahen sie auch für eine günstige Vorbedeutung an, und nannten sie Castor und Pollux. Auf den spanischen Schiffen, die unter Magellans Anführung die erste Reise um die Welt machten, bemerkte man sie ebenfalls öfters. „Es (das St. Elms-Feuer) erschien „uns, heißt es unter andern in Pigafetta's Be„schreibung der ersten Reise um die Welt „S. 14. bey sehr dunkler Nacht, wie eine schöne Fackel „an der Spitze des großen Masts, wo es zwey Stunden „lang sich sehen ließ. Dieß war uns mitten im Sturm „ein sehr großer Trost. Im Augenblick seines Verschwin„dens warf es ein starkes Licht von sich, das uns gänz„lich blendete.“ Wenn es auch auf den andern beyden Masten erschien, so nannte man es St. Nicolaus und Sta. Clara.

490. Mit den Gewitterwolken haben auch diejenigen Wolken eine Aehnlichkeit, aus denen sich die Wasserhosen bilden. Nur ist diese Erscheinung gewöhnlicher Weise nicht mit Donner und Blitz, wie ein Gewitter, verbunden, obwohl innerhalb der Säule bisweilen Blitze hin und her fahren. Die Säule selbst besteht nicht in einer soliden Wassermasse, sondern aus Wasserdünsten und Wassertropfen, die beständig, und wie es scheint, in wirbelnder Bewegung auf und nieder gehen. Das Wasser, auf dem die Säule ruht, geräth in eine heftig wallende Bewegung, als ob es kochte, und die ganze Säule rückt in dem Maße fort, als die Wolken vom Winde fortgetrieben werden. Bisweilen bleibt der untere Theil zurück, und dann krümmt sich die Säule und zerreißt auch wohl.

Die Erscheinung ist eigentlich auf dem Meere zu Hause, doch sieht man sie auch bisweilen auf Landseeen und selbst auf dem Lande, in welchem Fall sie ihre Beschaffenheit freylich dahin abändert, daß anstatt der Wasserdünste sich Staub und Sand gegen die Wolke erheben. Man hält sie für gewaltsam und gefährlich, doch ist wohl oft mehr ihr Ansehen, als ihre Wirkung furchtbar. Die Ursache und wahre Beschaffenheit ihrer Entstehung ist noch unbekannt.

1. Hr. Wolke beschreibt eine solche Wasserhose, die er auf der Ostsee gesehen, und die mitten über das Schiff, vom Vordertheil nach dem Hintertheil zu gegangen wäre, ohne dem Schiff den geringsten Schaden zuzufügen. Er schätzte den Durchmesser der Säule auf 25 Fuß und den der wallenden Wasserfläche auf 130 Fuß S. Annal. d. Phys. X.

2. Sie entstehen nicht blos im Sommer, sondern auch im Winter. Die wallende Bewegung im Wasser wird wenigstens nicht immer durch die darüber hängenden Wolken hervorgebracht, denn bisweilen entsteht sie schon und bildet den Anfang einer Wasserhose, ehe noch die Wolken darüber stehen.

491. Eine friedliche Erscheinung von ganz anderer Art auf dem Lande sind die Irrlichter oder Irrwische. Diese zeigen sich als Flämmchen oder Lichter auf der Erde, vornehmlich in sumpfigen Gegenden, auf Kirchhöfen und an solchen Orten, wo thierische und vegetabilische Stoffe verfau-

len, und scheinen oft von einer Stelle zur andern umherzuhüpfen. So gemein diese Erscheinung seyn soll, so ist sie doch noch gar nicht gehörig untersucht. Es ist nicht ausgemacht, ob diese Lichter nur leuchten, oder ob sie wirklich brennen. Vielleicht sind sie auch von verschiedener Art. Einige Physiker sehen die Sumpfluft als die Ursache derselben an, doch ohne bestimmt anzugeben, wodurch sich diese entzündet; andere glauben, daß sich durch die Fäulniß eine flüchtige phosphorescirende Materie entwickele, die diese Erscheinung hervorbringe.

492. Eben so unbekannt ist man noch mit der wahren Natur der Sternschnuppen, obgleich auch diese sehr häufig zu sehen sind. Sie scheinen entzündete Körper zu seyn, die sich mit Schnelligkeit fortbewegen. Gemeiniglich hinterlassen sie eine leuchtende Spur ihrer Bahn, die nicht selten später verschwindet als sie selbst. Es entwickelt sich also entweder der leuchtende Stoff während ihrer Bewegung aus ihnen, oder sie sind nichts anders als ein entzündbarer Stoff, der durch eine gewisse Strecke der Luft verbreitet ist, und indem das Feuer sich in ihm fortpflanzt, das Ansehen eines bewegten Körpers erhält. Man hat gezweifelt, ob die ganze Erscheinung unserm Luftkreise zugehöre, oder ob sie außerhalb desselben vorgehe. Doch ist das letztre nicht wahrscheinlich, weil sie zu gewissen Zeiten am häufigsten, und bisweilen an sehr

verschiedenen Orten zu einerley Zeit in Menge erscheinen, folglich ihre Entstehung einer gewissen Disposition der Atmosphäre, wie es scheint, zu verdanken haben. Inzwischen erscheinen sie, wenigstens zum Theil, in sehr hohen Gegenden der Atmosphäre, und entstehen folglich unter Umständen, worüber es uns gänzlich an Erfahrungen mangelt. Man hat neuerlich eine sinnreiche Anwendung zu Längenbestimmungen von ihnen gemacht.

1. Sonst hält man auch eine gewisse gallertartige Materie, die aus halbverfaulten thierischen Theilen besteht, für den Stoff erloschener Sternschnuppen.

2. Die Sternschnuppen fallen zwar bey Nacht am leichtesten in die Augen, deßwegen aber entstehen sie nicht blos bey Nacht. Am 12. Nov. 1799 sah man sie des Morgens bey hellem Tage an sehr vielen Orten und in großer Menge. Auch bemerken die Astronomen öfters bey ihren Beobachtungen am Tage helle Erscheinungen, die durch das Feld ihres Fernrohrs fahren, und wahrscheinlich nichts anders als Sternschnuppen sind.

493. Was die Sternschnuppen im Kleinen sind, scheinen die Feuerkugeln im Großen zu seyn. Wenigstens giebt es manche Arten von Feuerkugeln, die eine auffallende Aehnlichkeit mit den Sternschnuppen haben: sie erscheinen plötzlich, und mit ihrer Erscheinung ist auch ihre Bewegung verbunden; sie lassen hinter sich einen Schweif, der noch eine kurze Zeit dauert; sie verschwinden plötzlich und

ohne Geräusch. Andre Feuerkugeln hingegen verschwinden mit einem lauten Knall, und bey manchen hat man sogar nach dem Zerplatzen noch glühende Stücke herabfallen sehen, einen Schwefelgeruch verspürt, und manche gewaltsame Wirkung bemerkt. Es ist also wohl kein Zweifel, daß sie von verschiedener Beschaffenheit sind. Oefters hat man dieselben Feuerkugeln an sehr verschiedenen von einander entlegenen Orten gesehen; man hat ihre Höhe, Größe und Geschwindigkeit zu bestimmen gesucht, und sie bey manchen sehr beträchtlich gefunden. Diese schienen sich nicht wie entzündete Dunstmassen, sondern wie bewegte feste Körper zu verhalten. Es ist daher schwer zu sagen, woher sie gekommen, und wie sie entstanden sind.

1. Nach Hrn. Chladni's Meinung sind die Feuerkugeln kosmische Körper, gleichsam Ueberbleibsel von Weltkörpern, die sich nach Art der Planeten oder Kometen im Weltraume umherbewegen, und wenn sie der Erde nahe genug kommen, von ihr angezogen werden, und bey der Bewegung durch die Luft in Brand gerathen.

Hr. Ritter hingegen, der zuerst auf eine merkwürdige Periode, welche die Erscheinung der Feuerkugeln beobachtet, aufmerksam gemacht hat, hält sie für irdischen und ähnlichen Ursprungs mit den Nordlichtern und Gewittern, die eine gleiche Periode halten.

2. Die Beobachtungen über die Höhe der Feuerkugeln, und folglich auch die Bestimmungen ihrer Größe und Geschwindigkeit sind freylich unsicher. Bey einigen

hat man die Höhe über 10 deutsche Meilen, den Durchmesser auf eine halbe Meile, und die Geschwindigkeit mehrere Meilen in einer Secunde gefunden.

494. Das Nordlicht ist ebenfalls eine Erscheinung, deren Entstehung und wahre Beschaffenheit uns noch unbekannt ist, wenn es uns gleich nicht an Hypothesen darüber fehlt. Mit vielem Scharfsinn hat Mairan zu beweisen gesucht, daß die Sonnenatmosphäre die Ursache desselben sey. Indessen ist man jetzt geneigter, es für eine elektrische Erscheinung zu halten, obwohl man über die Entstehung der Elektrizität noch verschiedene Meinungen hat. Am annehmlichsten ist wohl der Gedanke von Lichtenberg, daß die Erde sich wie ein großer Turmalin verhalte, dessen beyde Pole, wie die magnetischen, in die Gegend der geographischen fallen; und daß die Elektrizität zu Zeiten an den Polen ausströme. Wirklich sieht man auch gegen den Südpol ähnliche Erscheinungen, die den Namen der Südlichter führen. Auch scheint Hrn. Ritters Entdeckung, daß der ganze Erdkörper eben so eine elektrische, als eine magnetische Kraft besitze, damit übereinzustimmen. Von ebendemselben rührt auch die Beobachtung her, daß das Nordlicht gewisse Perioden halte, die mit den Perioden einer andern elektrischen Erscheinung, der Gewitter, übereinstimmen. Wenigstens ist es gewiß, daß es in manchen Jahren viel häufiger

als in andern erscheint. Bisweilen ist es jedoch mit Erscheinungen verbunden, deren Erklärung auch aus der angenommenen Hypothese noch große Schwierigkeiten hat.

1. Das Strahlenförmige des Nordlichts hat allerdings mit den Strahlen der ausströmenden Elektrizität Aehnlichkeit. Auch ist das elektrische Licht roth, wenn die elektrische Materie durch verdünnte Luft strömt; das Nordlicht aber erscheint in solchen Höhen, wo die Luft im hohen Grade verdünnt seyn muß.

2. Gmelin erzählt von den starken Nordlichtern in Sibirien, daß sie mit einem Geprassel in der Luft verbunden wären; dasselbe sagt Hearne von den Nordlichtern an der Hudsonsbay. Der letztre vergleicht es nach eigner häufiger Erfahrung mit dem Geräusch einer flatternden großen Flagge bey frischem Winde.

3. Bey manchen Nordlichtern zeigt sich ein weißer lichter Bogen, der sich um die Gegend des Himmels zieht, aus der das Nordlicht hervorgeht. So deutlich er ins Auge fällt, so lassen sich doch Sterne 2ter und 3ter Größe durch ihn erkennen. Manche Physiker sehen ihn für ein Bild des Nordlichts in den gefrornen Dünsten der Atmosphäre an. Diese Erklärung aber ist nicht sehr wahrscheinlich. Denn er ist bisweilen zu einer Zeit zu sehen, wo dergleichen Dünste schwerlich in der Atmosphäre anzutreffen sind; und er erscheint nicht plötzlich, wie eine optische Erscheinung, sondern zieht sich allmählich von beyden Seiten des Horizonts nach der Mitte des Himmels herauf. So habe ich ihn wenigstens entstehen sehen.

495. Das Zodiakallicht ist eine leuchtende Erscheinung, die dem westlichen und östlichen

Himmel eigen ist. Es zeigt sich nach Sonnenuntergang und vor Sonnenaufgang als ein weißer Streifen, der vom Horizont ungefähr in der Richtung des Thierkreises (Zodiacus) fortgeht und oberwärts spitzig zuläuft. Zwischen den Wendekreisen ist es fast in jeder hellen Nacht zu sehen, in unsern Gegenden aber macht es immer eine seltne Erscheinung aus. Man hält es gemeiniglich für den Schein der Sonnenatmosphäre; diese Meinung ist aber neuerlich von la Place und andern verworfen worden. Hr. Hube erklärt es für eine elektrische dem Nordlicht ähnliche Erscheinung. Es unterscheidet sich aber von diesem durch sein ganzes Ansehen. Auf eine sinnreiche Weise erklärt es Hr. Regner aus dem Licht, das von der Erde angezogen wird und sich um diese anhäuft. Indessen sind theils die Versuche über die Größe dieser Anhäufung oder Verdichtung des Lichts, wie er es nennt, noch zweifelhaft, theils stimmt die wirkliche Gestalt des Zodiakallichts nicht ganz mit der, die es nach dieser Erklärung haben sollte, überein.

Hrn. Regners Hypothese findet man in der Monatl. Correspond. VI. S. 14 ff. — Ebendaselbst im X Bde ist eine Abbildung des Zodiakallichts nach Hrn. Horners Beobachtungen desselben.

496. Nicht so zweifelhaft ist die Entstehung der Morgen- und Abendröthe, die mit dem

Nordlicht durch ihr rothes Licht wohl einige Aehnlichkeit hat. Diese Erscheinung wird offenbar durch eine Brechung und Zurückwerfung der Sonnenstrahlen in den niedern Gegenden der Atmosphäre hervorgebracht, und zeigt sich daher jederzeit vor Sonnenaufgang und nach Sonnenuntergang, wenn der Himmel nicht allzu sehr mit Wolken bedeckt ist. Die Verschiedenheit der Stellung der Wolken gegen den Horizont, und ihrer Beschaffenheit, ingleichen die größere oder geringere Anhäufung von Dünsten in der Atmosphäre bringt in diese Erscheinung eine große Mannigfaltigkeit. Auf eine starke Röthe, die unstreitig ein Beweis einer großen Menge von Dünsten in der Luft ist, folgt, der gemeinen Sage nach, Wind.

497. Auf eine ähnliche Art wird die Dämmerung durch eine Zurückwerfung und Brechung der Sonnenstrahlen in der Atmosphäre hervorgebracht. Durch diese wohlthätige Erscheinung wird die Dauer der Nächte verkürzt, und der Uebergang von der Dunkelheit der Nacht zur Helligkeit des Tages, und umgekehrt, auf eine unsern Augen heilsame Weise allmählich bewerkstelligt. Man unterscheidet die bürgerliche und die astronomische Dämmerung. Jene dauert so lange, bis die Sonne einen Abstand von 6° unter dem Horizont erreicht hat, diese, bis sie auf 18° gekommen ist. Ihre Dauer ist sowohl an verschie-

denen Orten der Erde zu gleicher Zeit, als an demselben Orte zu verschiedenen Zeiten verschieden. Denn je höher die Breite eines Ortes ist, desto schiefer ist der Winkel, unter welchem die Sonne unter den Horizont geht, und desto länger dauert es folglich, ehe sie den Dämmerungskreis erreicht. An demselben Orte geht zwar die Sonne immer unter einerley Winkel unter, aber zu verschiedenen Zeiten in verschiedenen Parallelkreisen, und die Bogen dieser Kreise, die zwischen den Horizont und den Dämmerungskreis fallen, sind unähnliche Bogen, und werden daher in verschiedenen Zeiten von der Sonne durchlaufen.

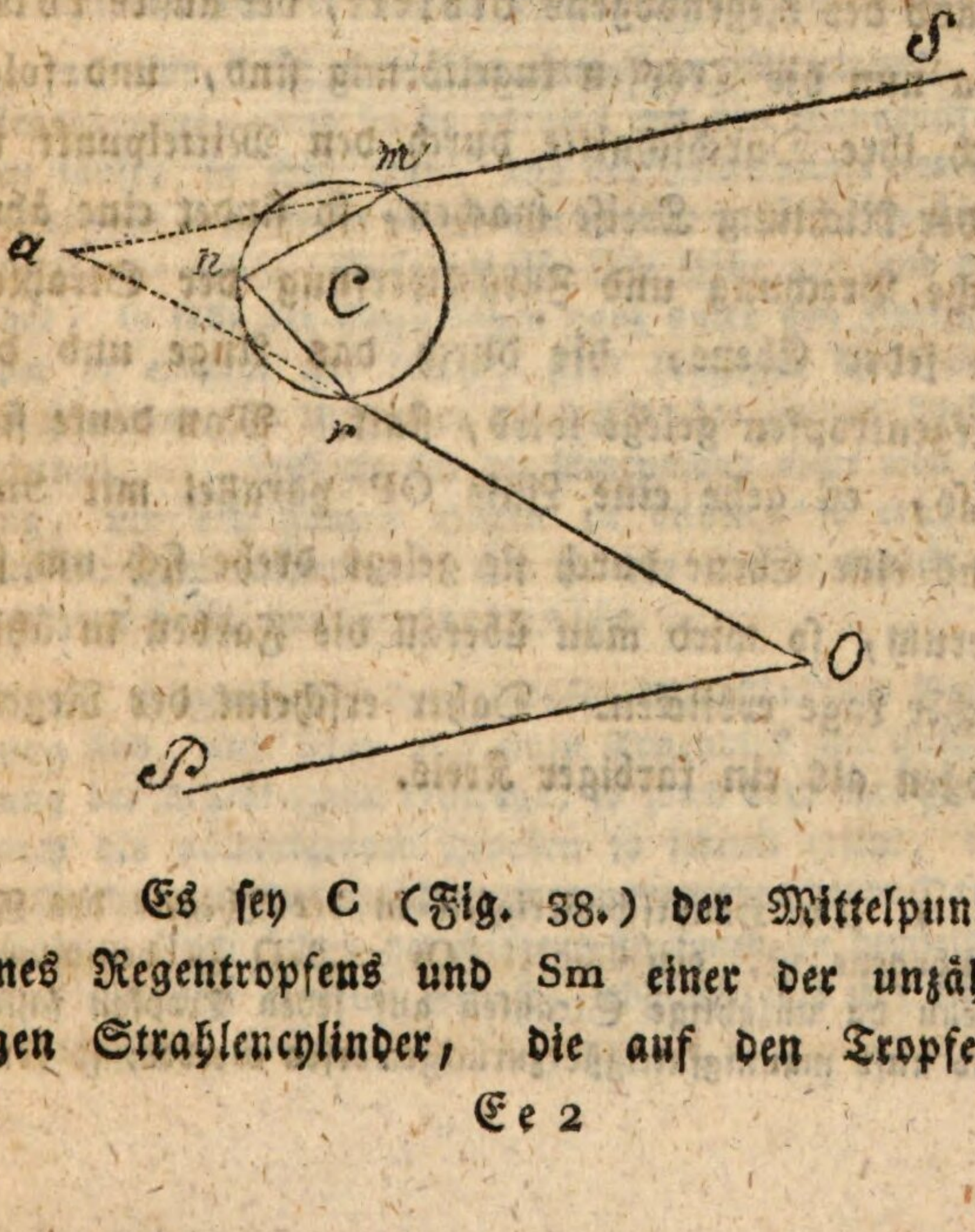
1. Zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche ist der Sinus des Bogens, der die Dauer der Dämmerung ausdrückt, gleich dem Sinus des Abstandes des Dämmerungskreises vom Horizont dividirt durch den Cosinus der Polhöhe.

2. Die Zeit der kürzesten Dämmerung ist unter dem Aequator die Zeit der Tag- und Nachtgleiche, und dann dauert die bürgerliche nur 24 Minuten und die astronomische 1 Stunde 12 Min. An den andern Orten der Erde fällt sie kurz vor der einen Tag- und Nachtgleiche, und bald nach der andern, und zwar in der nördlichen Halbkugel vor der Frühlings- und nach der Herbst-Tag- und Nachtgleiche; in der südlichen umgekehrt.

498. Das Sonnenlicht bringt noch mehrere Erscheinungen in unserer Atmosphäre zuwege, die

insgesammt unter dem Namen optischer Erscheinungen begriffen werden. Es gehört dahin vornehmlich der Regenbogen. Diese glänzende Erscheinung, welche entsteht, wenn es auf einer Seite des Himmels regnet, indeß auf der gegenüberstehenden die Sonne scheint, ist ein Beweis von den vielfachen Veränderungen, die ein Lichtstrahl bey seinem Durchgange durch verschiedene Mittel in seiner Richtung erleiden, und den auffallenden Bildern, die er in unserm Auge hervorbringen kann.

Fig. 38.



Es sey C (Fig. 38.) der Mittelpunkt eines Regentropfens und Sm einer der unzähligen Strahlencylinder, die auf den Tropfen

fallen, so wird er zum Theil hier zurückgeworfen, zum Theil wird er gebrochen und geht nach n; hier wird wieder ein Theil nach r zurückgeworfen; und der Theil, der hier heraus geht, wird gebrochen und geht nach O. Befindet sich daher in O das Auge des Zuschauers, so empfängt es einen Theil des gebrochenen, mithin farbigen Lichts, und sieht also eine von den Farben des Regenbogens in der Richtung Or. Gesetzt es sey die violette Farbe, so erhält es von den darüber liegenden Tropfen der Reihe nach die übrigen Farben. Daher erscheint der innre Rand des Regenbogens violett, der äußre roth. Da nun die Tropfen kugelförmig sind, und folglich ihre Durchschnitte durch den Mittelpunkt in jeder Richtung Kreise machen, so findet eine ähnliche Brechung und Zurückwerfung der Strahlen in jeder Ebene, die durch das Auge und die Regentropfen gelegt wird, statt. Man denke sich also, es gehe eine Linie OP parallel mit Sm, und eine Ebene durch sie gelegt drehe sich um sie herum, so wird man überall die Farben in ähnlicher Lage erblicken. Daher erscheint der Regenbogen als ein farbiger Kreis.

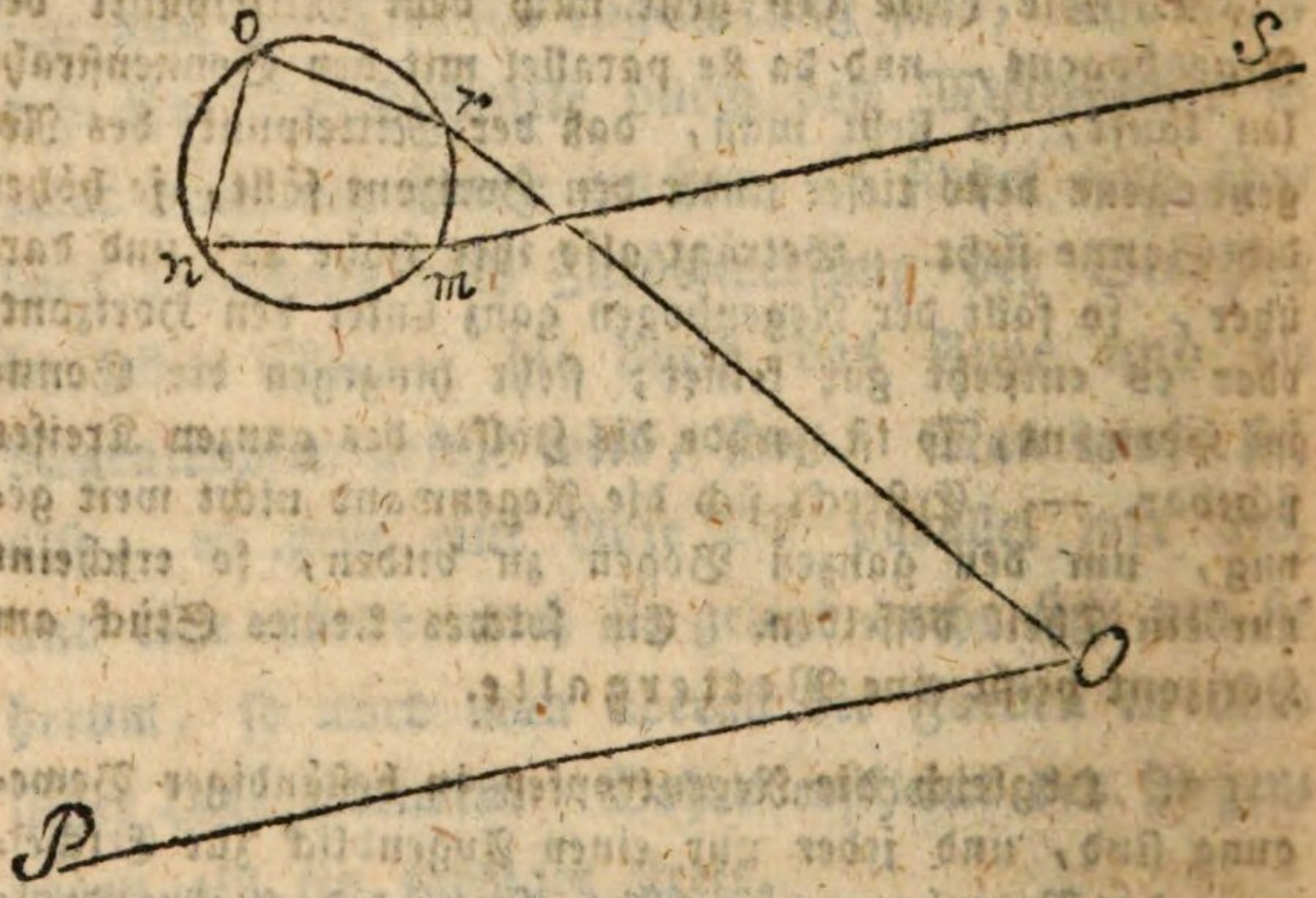
1. Die Hauptschwierigkeit in der Theorie des Regenbogens ist, den Winkel POr = SaO zu bestimmen. Denn da unzählige Strahlen auf jeden Tropfen fallen und aufs mannigfaltigste zurückgeworfen werden, so kom-

men auch noch von andern Tropfen Strahlen ins Auge; es fragt sich also, warum nur diejenigen, welche eine gewisse Lage gegen das Auge haben, die Erscheinung des Regenbogens hervorbringen. Hiervon liegt der Grund darin, daß das Licht, das auf einen Tropfen fällt, durch die vielfache Brechung und Zurückwerfung sehr geschwächt und zerstreut wird; an jedem Tropfen aber gewisse Stellen, wie m, sind, wo die nahe bey einander parallel auffallenden Strahlen so gebrochen werden, daß sie, nach ihrer Zurückwerfung in n, bey r wieder parallel ausfahren, und daher der Schwächung ungeachtet noch stark genug sind, um eine merkliche Wirkung im Auge hervor zu bringen. Nur diejenigen Tropfen also, von denen diese parallelen Strahlen ins Auge kommen können, tragen zu der Erscheinung des Regenbogens bey. Ihre Lage gegen das Auge findet man durch Hülfe der Differentialrechnung. Durch sie bestimmt sich der Winkel bey O ungefähr auf 42 Grad.

2. Die Linie OP geht nach dem Mittelpunkt des Regenbogens, und da sie parallel mit den Sonnenstrahlen läuft, so sieht man, daß der Mittelpunkt des Regenbogens desto tiefer unter den Horizont fällt, je höher die Sonne steht. Beträgt also ihre Höhe 42° und darüber, so fällt der Regenbogen ganz unter den Horizont, oder es entsteht gar keiner; steht hingegen die Sonne im Horizont, so ist gerade die Hälfte des ganzen Kreises sichtbar. — Erstreckt sich die Regenwand nicht weit genug, um den ganzen Bogen zu bilden, so erscheint nur ein Theil desselben. Ein solches kleines Stück am Horizont heißt eine Wettergalle.

3. Obgleich die Regentropfen in beständiger Bewegung sind, und jeder nur einen Augenblick zur Erscheinung des Regenbogens beyträgt, so wird doch ihre Stelle durch die nachfolgenden Tropfen so schnell ersetzt, daß die Erscheinung das Ansehen einer ununterbrochenen Dauer erhält. Auch sehen verschiedene Personen an demselben Orte ihn von einerley Gestalt, obgleich eine jede einen andern sieht.

499. Nicht selten sieht man noch einen zweyten Regenbogen, außerhalb des erstern. Sein Licht ist schwächer, und die Farben erscheinen in umgekehrter Ordnung in ihm. Er wird der Nebenregenbogen, so wie der erstere der Hauptregenbogen genannt, und entsteht durch eine ähnliche Brechung und Zurückwerfung der Sonnenstrahlen in den Regentropfen, wie dieser; nur mit dem Unterschiede, daß die Strahlen erst nach einer doppelten Zurückwerfung ins Auge gelangen, weßhalb sie mehr geschwächt sind. Ihren Weg bezeichnet ungefähr diese Figur.



Bisweilen erscheint auch der Hauptregenbogen doppelt oder mehrfach, indem an den innern Rand desselben sich unmittelbar ein zweyter

Bogen, an diesen ein dritter u. s. w. anschließt, so daß die Farben der zusammengrenzenden Bogen in einander fallen. Gemeiniglich erstreckt sich diese Vervielfachung nur über ein kleines Stück am obern Theil des Bogens. Woher sie entsteht, ist noch nicht ausgemacht, man hat aber mehrere Hypothesen darüber.

1. Der Winkel POr beträgt etwa 52°, daher der Abstand beyder Regenbogen ungefähr 10° ausmacht.

2. Bisweilen entsteht ein Regenbogen beym Mondenschein — ein Mondregenbogen — der gewöhnlich nur weiß aussieht, weil wegen des schwachen Mondenlichts die verschiedenen Farben nicht zu unterscheiden sind.

3. Lichtenbergs Regenbogen auf dem trockenen Wege. S. dessen physikal. Schriften 2r Bd. S. 343.

500. Eine andere optische Erscheinung sind die Höfe oder die hellen Kreise, die sich bisweilen um die Sonne, noch öfter aber um den Mond zeigen. Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß sie von den Dünsten in den niedern Gegenden der Atmosphäre hervorgebracht werden; indessen ist man bis jetzt mit ihrer Theorie noch nicht so weit aufs Reine gekommen, als mit der Theorie des Regenbogens. Nach einigen ist die Beugung des Lichts zwischen den Dunstbläschen, nach andern die Brechung und Zurückwerfung desselben in den Bläschen die Ursache derselben. Inzwischen fehlt es bey diesen Erklä-

rungen an bestimmten Beobachtungen über das Brechungsverhältniß der Dünste. Wahrscheinlich ist dieses veränderlich; denn der Durchmesser der Höfe selbst ist nicht immer einerley. Bisweilen erscheinen die Kreise farbig, meistens aber nur weiß. Auch sind bisweilen mehrere concentrische Kreise, selten aber vollständig zu sehen; in andern Fällen durchschneiden die Kreise einander, und dann entsteht in dem Durchschnitt derselben ein Bild der Sonne oder des Mondes — eine Nebensonne (parhelius), ein Nebenmond (para-selene) — dergleichen sich auch bisweilen ohne eigentliche Höfe zeigen.

Man sieht die Nebensonnen vorzüglich an hellen kalten Wintermorgen bey Sonnenaufgang, wo unstreitig die in der Luft herumfliegenden Eisnadeln die Erscheinung verursachen. Allein man sieht sie auch bisweilen zu anderer Zeit bey einer Witterung, wo aller Wahrscheinlichkeit nach keine Eisnadeln in der Atmosphäre vorhanden sind; folglich muß eine gewisse Gestalt oder Verbindung der Dunstbläschen zu ihrer Erzeugung hinreichend seyn.

501. Endlich gehören auch die sogenannten Heiligen-Scheine in diese Klasse von Erscheinungen. Sie sind von verschiedener Art. Die einfachste Art derselben ist die, wo sich dicht um den Schatten des Kopfs ein heller Schein zeigt, dessen Licht zunächst am Schatten am stärksten ist, aber schnell abnimmt und sich in einem kleinen Abstand in die übrige Erleuchtung der Fläche verliert. Diese Erscheinung sieht man vor-

nehmlich des Morgens und Abends, wenn der Schatten auf ein grünes Kornfeld oder Wiese fällt. Er rührt vermuthlich daher, daß die zunächst an den Schatten grenzenden Körper dem Auge ihre ganze erleuchtete Seite zukehren, und folglich am hellsten erscheinen; die entferntern aber ihm immer mehr von ihrer Schattenseite zuwenden, und deßhalb schwächer erleuchtet scheinen. Vielleicht hat auch die Anziehung des Kopfs gegen das nahe vorüberfahrende Licht einen Einfluß darauf. Eine andere merkwürdigere Art von Heiligen-Schein ist die, wo mehrere concentrische Kreise in verschiedenem Abstand um den Schatten des Kopfs entstehen; und dieß geschieht, wenn der Schatten auf einen Nebel fällt. Diese Erscheinung ist den Höfen darin ähnlich, daß sie sich in Dünsten bildet, aus denen doch gewöhnlich der Nebel besteht; mit dem Regenbogen aber hat sie den Umstand gemein, daß sie auf der entgegengesetzten Seite von der Sonne erscheint; inzwischen stimmen die Halbmesser der Kreise nicht mit dem Halbmesser des Regenbogens überein, und man ist daher mit der Theorie dieser Erscheinung noch nicht weit gekommen.

Bouguer sah die Heiligen-Scheine von der letztern Art öfters auf den amerikanischen Gebirgen, doch, wie er behauptet, nur in Wolken, die gefrorne Theilchen enthielten. In andern Fällen aber ist die Erscheinung auch in einem dünnen durchsichtigen Nebel, wenn sich dunkelfarbige Gegenstände hinter ihm befanden, und

Bayerische Staatsbibliothek München

zu einer Zeit, wo sich wohl nichts gefrornes in ihm vermuthen ließ, wahrgenommen worden.

502. Also ist selbst unsere Kenntniß der optischen Erscheinungen noch mangelhaft, ob wir gleich hoffen dürfen, die Theorie derselben noch am ehesten aufs Reine zu bringen, weil sie die Anwendung der Mathematik in so vorzüglichem Grade gestattet. Die Theorie des Regenbogens, die nur wenig Dunkelheiten übrig läßt, berechtigt uns dazu. Was die übrigen Lufterscheinungen anbetrifft, so befinden wir uns noch sehr im Dunkeln darüber. Von den Ursachen einer jeden derselben kennen wir nur einen kleinen Theil, und wir suchen nur durch Hypothesen zu ersetzen, was uns an zuverlässiger Erkenntniß abgeht. Die Wissenschaft, von der wir hier die Hülfe zu erwarten haben, bedarf selbst noch großer Hülfe. Die Chemie befindet sich noch nicht auf der Stufe der Vervollkommnung, auf welcher die Mathematik steht. Ja es ist die Frage, ob unsere kleinlichen Laboratorien hier unten uns je einen richtigen Maßstab für die erhabenen Werke der Natur dort oben liefern können. Die Schlüsse vom Kleinen aufs Große werden hier bedenklich. Dieß kann uns wenigstens zur Entschuldigung gereichen, daß wir bey unserer Eingeschränktheit an Zeit und Kräften noch so wenig im Stande sind, der Natur nachzuahmen.

Register.

(Die Zahl deutet den Paragraphen an.)

Abend 399, 2.
Abendröthe 496.
Abendseite 399.
Abweichung 396. wegen der Kugelgestalt 238. 264. magnetische 379.
Adhäsion 164.
Aeolsharfe 147.
Aequator, s. Erde — magnetischer 378.
Aerostat 206.
Aether 213.
Almucantharath 394.
Aneignungsmittel 174.
Anemometer 471.
Anthrakometer 204.
Anziehung 159. elektrische 333. 339. magnetische 367.
Anziehungskraft 20.
Apparat, physikalischer 9. pneumatischer 200.
Aräometer 112. 131. 134, 3.
Athmen 310.
Atmometer 473.
Atmosphäre, s. Luftkreis — elektrische 348.
Atomen 17.
Auflösung 168.
Aufsteigung, gerade, 405.
Auge 239. künstliches ebendas.
Augenmaß 222.
Ausdünstung 472.
Auslader 356.
Azimuth 394.

Barometer 125, 467.
Basalt 452, 3.

Batterie, elektrische 354, 4.
Becherapparat 362, 2.
Berge 446 ff. feuerspeyende 456.
Bernstein 327.
Beugung, des Lichts, 249.
Bewegung 30 ff. wirkliche, scheinbare 35. Größe 42. gleichförmige, beschleunigte, verminderte 44. Richtung 45. einfache, zusammengesetzte 46 ff. krummlinige 49. aufsteigender Körper 57 ff.
Bild 235. 256.
Blasebalg, hydrostatischer 109, 1.
Blitz 485.
Blitzableiter 487.
Brechung, des Lichts, 227 ff.
Brette, geograph. 390. der Gestirne 405.
Brennglas 266.
Brennpunkt 233. 261.
Brennspiegel 266.
Brillen 243.
Brunnen 109, 1.
Büschel, elektrischer 345.

Camera obscura und clara 283.
Capacität 300.
Centralfeuer 449.
Centralmaschine 49.
Ceres, s. Planeten.
Chemie 176.
Chronometer 400, 2.
Cohäsion 20.
Cohäsionskraft 20.
Collector 357, 2.
Colur der Nachtgleichen 405. der Sonnenwende 406.
Compressions-Maschine 121.
Condensator 357.
Culminiren 399, 1.
Culminirender Punkt 372, 2.

Dämmerung 497.
Dämpfe 195. 318 ff.
Dampfmaschinen 323.
Declination s. Abweichung.
Declinatorium 380.
Diagonalmaschine 47, 3.
Diamant 181. 306, 1.
Dichtigkeit 25.
Dinte 171.
Dioptrik 227, 4.
Drosometer 475, 3.
Druck 26.
Duft 476.
Dunst 195. 318.
Duplicator 357, 2.

Ebbe und Fluth 440 ff.
Ebene, schiefe 70 ff.
Echo 155 ff.
Ecliptik s. Sonnenbahn.
Eis 196. Grundeis 462.
Elektrisirmaschine 341.
Elektrizität 326 ff. thierische 359.
Elektrometer 344.
Elektrophor 350.
Elementarwelt 130.
Elemente 176.
Entzündung 304 ff.
Erdbeben 457.
Erde, Gestalt 388. Achse,

Pole, Aequator 389. Umdrehung 397. Bewegung um die Sonne 403. Abplattung 424.
Erden 186.
Erdferne 416, 2.
Erdkugel, künstliche 391, 3.
Erdnähe 416, 2.
Erscheinungen, elektrische 327. optische 225. 498.
Erschütterungskreis 354.
Eudiometer 208.
Experimentalphysik 12.

Fall, der Körper 50 ff.
Fallschirm 140.
Farben, beständige 251.
Farbenbild 245.
Fata Morgana 231, 5.
Fernröhre 273 ff.
Festigkeit 21.
Fett 308, 4.
Feuer 286 ff. zu löschen 325.
Feuerkugel 493.
Feuerspritzen 121.
Fische, elektrische 366.
Fixsterne 418 f.
Flamme 311, 3.
Flasche, Leydner 352.
Flaschenzug 99.
Flüsse 461.
Flüssigkeit, tropfbare und elastische 102 ff. Druck auf einen festen Körper 127 ff.
Fußpunkt 394.

Galvanismus 360.
Gas 199. atmosphärisches 204.
Gasometer 206.
Gebirge 445 ff. uranfängliche 451. Flötzgebirge 452 ff. aufgeschwemmte 454.
Gefrieren 316.
Gefrierpunkt 294, 1.
Geographie, physische 432 ff.
Geschwindigkeit 39.
Gesicht, Mittel es zu erhalten 244.
Gesichtskreis 393.
Gewicht 26. 28. spezifisches 29. 134 ff. respectives 129.
Gewitter 485.
Gläser, optische 232 ff. achromatische 248. 277.
Grundkräfte 10.

Haarröhrchen 166.
Hagel 484.
Halbleiter 331.
Halbmetalle 185, 1.
Harmonika, chemische 206.
Hauptstrahl 234.
Hebel 90 ff.
Heber 119. anatomischer 109, 1.
Heiderauch 477.
Heiligen-Schein 501.
Heronsball 121.
Heronsbrunnen 121.
Himmel 392. Achse, Pole, Aequator 395.
Himmelskarten 396, 2.
Himmelskugel, parallele, senkrechte, schiefe 398. künstliche 396, 2.
Höhenmessung 447, 2.

Hörrohr 153.
Hof 500.
Horizont, s. Gesichtskreis.
Hydrodynamik 137.
Hygrometer 474, 1.
Hypothese 9.

Jahr 407. platonisches 431.
Jahreszeiten 407.
Inclinatorium 382, 1.
Indifferenzpunkt, magnetischer 372, 2.
Irrlicht 207. 491.
Isoliren 334.
Juno, s. Planeten.
Jupiter s. Planeten.

Kälte 289. durch Ausdehnung 302. hervor zu bringen 324.
Katoptrik 252, 3.
Keil 72.
Klang 144.
Klangfiguren 148.
Klimata 409.
Knallkügelchen 320, 2.
Knoten, der Mondbahn 412.
Kochen 318. des Wassers 319.
Kohle 181.
Kohlenstoff 177. 181.
Kometen 417. 426.
Kompaß 380.
Körper, unorganischer 3. Eigenschaften 11. 14. feste 60 ff. flüssige 102 ff. schallende 143. einfache 176 ff. leuchtende 212. durchsichtige 217. brennbare 306. elektrische und unelektrische 329.
Kraft 10. 16. 36. Parallelogramm der Kräfte 47. Zerlegung der Kräfte 48. Centralkräfte 49. am Hebel 90.
Kurzsichtigkeit 243.

Länge, geograph. 391. der Gestirne 405.
Lampenmikroskop 272, 2.
Land 444 ff.
Last, am Hebel 90.
Laugensalze 189.
Lava 456.
Leiter 331. der Wärme 295.
Licht 211 ff. Geschwindigkeit 215. chemische Wirkungen 268. Ursache der Wärme 311.
Lichtenbergische Figuren 345.
Lichtstrahlen 214.
Linsen 232.
Luft 114 ff. 464. Druck auf einen Quadratfuß 124.
Luftarten 199 ff.
Luftballon 133, 1. 315.
Lufterscheinungen 464 ff.
Luftkreis 464. Höhe 465.
Luftpumpe 122. Wilkische 322.
Luftsäure 188. 205.
Luftspiegelung 231.

Magnet 367 ff. anomalischer 368, 1. bewaffneter 369. künstlicher 371.

Magnetismus, thierischer 385.
Magnetnadel 374.
Magnetometer 370, 1.
Manometer 125. 129, 2.
Mariottisches Gesetz 116.
Mars s. Planeten.
Masse 25.
Materie 25. elektrische 328. magnetische 386.
Meer 433 ff.
Meerstrudel 443.
Meridian, s. Mittagskreis — magnetischer 378.
Merkur, s. Planeten.
Metalle 185. 306, 1.
Metallkalk 185.
Metallreiz s. Galvanismus.
Mikroskop, einfaches 271. zusammengesetztes 272.
Milchstraße 418.
Mittag 399, 2.
Mittagskreis 390. erster 391. — am Himmel 396.
Mittagslinie 399, 2.
Mittelsalze 190.
Mitternacht 399, 2.
Moment, statisches 92, 4.
Monat, synodischer, periodischer 411.
Mond 411. 421.
Mondfinsterniß 412.
Monochord 147.
Morgen 399, 2.
Morgenröthe 496.
Morgenseite 399.

Nachtgleichen, Vorrückung der, 431.
Nachtgleichenpunkte 405.
Nadir, s. Fußpunkt.
Naturbegebenheit 5.
Naturerscheinung 5.
Naturgesetz 6.
Naturlehre 4. allgemeine 11. besondre 12. angewandte 13.
Naturwissenschaft 1.
Nebel 477.
Nebelflecken 419.
Nebelsterne 419.
Nebenmond 500.
Nebensonne 500.
Neigung, magnetische 382.
Nichtleiter 331.
Niederschlag 173.
Norden 399, 2.
Nordlicht 494.

Oel 308, 4.
Ort 30.
Osten 399, 2.

Pallas, s. Planeten.
Papinianischer Topf 320, 2.
Parallelkreis 391.
Parkersche Maschine 205, 1.
Pendel 73 ff. einfaches 75. zusammengesetztes 79. Secunden-Pendel zu Gotha 78, 1.
Perspectiv 226.
Phlogiston 306, 1.
Phosphor 184. 306, 1.
Phosphorsäure 184. 188.
Physik, s. Naturlehre.
Planeten 415 ff. 422 ff.
Polarkreise 409.

Pole, ſ. Erde. — magneti-
ſche 368.
Polhöhe 395.
Poren 23.
Poroſität 23.
Prisma 245.
Pumpen 120.
Pyrometer 294, 3. 313, 3.

Quadrat, elektriſches 354, 3.
Quellen 459. mineraliſche,
heiße, ſalzige 460.

Regen 479.
Regenbogen 498. Mondre-
genbogen 499, 2.
Regenmeſſer 480.
Reiben 100. ein Mittel Elek-
trizität zu erregen 334.
340, 4.
Reif 476.
Reſiduum 356.
Reſonanzboden 152.
Richmanniſche Regel 298.
Rolle 96 ff.
Ruhe 33. wirkliche, ſchein-
bare 35.

Säuren 188.
Salpetergas 208.
Salpeterſtoff, ſ. Stickſtoff.
Salze 187 ff.
Salzwage, ſ. Aräometer.
St. Elms Feuer 489.
Saturn, ſ. Planeten.
Sauerſtoff 177 f.
Sauerſtoffgas 201. 305.
Schall 143 ff.
Schallſtrahlen 149.
Schatten 218. gefärbter 250.
Eintheilung der Erdbewoh-
ner darnach 409.
Scheitelkreis 394.
Scheitelpunkt 394.
Schlagweite 342.
Schmelzung 316.
Schnee 483.
Schneelinie 448.
Schnellwage 95.
Schraube 72. ohne Ende
98, 2.
Schwanken der Erdachſe 431.
Schwefel 183. 306, 1.
Schwefelſäure 183. 188.
Schwere 26.
Schwerkraft, allgemeine,
427 ff.
Schwerpunkt 61.
Schwimmkleider 133, 1.
Schwingung, des Pendels,
75. Mittelpunkt 79.
Schwingungsknoten 147.
See 463.
Sehen 240 ff. einfaches 242.
Sehwinkel 221.
Selbſtentzündung 309.
Siedpunkt 294, 1.
Sonne 420.
Sonnenbahn 405. Pole 405,
2.
Sonnenferne 416.
Sonnenfinſterniß 412.
Sonnenmikroſkop 285.
Sonnennähe 416.
Sonnenſyſtem 415.
Sonnenwende 406.
Spiegel 254 ff.
Spiegelkaſten 259.

Spiegelteleskope 278 ff.
Sprachgewölbe 154.
Sprachrohr 153.
Springbrunnen 109 1,.
Stechheber 119.
Steinregen 481 f.
Stern, elektrischer, 345.
Sternbilder, 396, 3.
Sternschnuppen 492.
Sternzeit 400, 3.
Stickgas 203. geschwefeltes 207. oxydirtes 209.
Stickstoff 177. 180.
Stoß 80 ff. harter Körper 81 ff. — elastischer 83 ff.
Strahlenbrechung, s. Brechung — irdische, astronomische 229, 2.
Süden 399, 2.
Südlicht 494.
Sumpf 463.
Sumpfluft 207.
System, physikalisches 9. dynamisches und atomistisches 17.

Tachypyrion 184, 2.
Täuschungen, optische, 224.
Tag 398. der ersten Bewegung 400. Sterntag 400. Sonnentag 401. mittlerer 410.
Tagebogen 399,
Tagekreis 398.
Taucher, cartesianischer, 131, 2.
Teiche 463.
Temperatur 289.
Thau 475. Honigthau, Mehlthau 475, 4.
Theilbarkeit 19.
Theorie, physikalische, 9.
Thermolampe 308, 3.
Thermometer 292 ff.
Thierkreis 416.
Ton 144. Grundton 147. Längenton 147.
Toricellische Röhre 120.
Trabanten 417.
Trägheit 37.
Tribometer 101.
Turmalin 358.

Undurchdringlichkeit 17.
Uranus, s. Planeten.

Vacuum Boylianum 122.
Variation, magnetische 381, 3.
Venus, s. Planeten.
Veraische Maschine 165.
Vergrößerungsgläser 232.
Versuche 9. elektrische 343, 3.
Vertheilung, elektrische, 348.
Vervielfältigungsglas 232, 2.
Verwandtschaft, chemische, 160.
Voltaische Säule 362.

Wärme 288 ff. freye 289. gebundene 317. spezifische 300, 1. durch Compression 302. durch Reiben 303. durch Zersetzung der Dämpfe 324.
Wärmeleiter 295.
Wärmestoff 288.

Wage 95. hydrostatische 134, 2. magnetische 370, 1.
Wahlanziehung 175.
Wahlverwandtschaft 175.
Wasser 191 ff. Gewicht eines Cubikzolles 136, 1.
Wasserhammer 198, 2. 320, 3.
Wasserhose 490.
Wasserstoff 177. 179. 308.
Wasserstoffgas 206.
Wein, in Wasser aufzuthauen 317, 2.
Weingeist 308, 4.
Weitsichtigkeit 243.
Weltgebäude 387 ff.
Weltkörper 387.
Weltsystem 418.
Wendekreise, am Himmel 406. — auf der Erdkugel 409.
Werkzeuge, optische 270.
Westen 399, 2.
Wetter, böse, 205.
Wettergalle 498, 2.
Wetterglas 468.
Wetterleuchten 488.
Wind 469 ff. die 32 Winde 399, 2.
Windbüchse 121.
Winkelhebel 93.
Winkelspiegel 259.
Wirbel, magnetischer 376.
Wirbelwind 471, 4.
Wirkung, mechanische, chemische, 159. — Gegenwirkung 38.
Wirkungskreis, elektrischer, 348.
Wolken 478. Wolkenbruch 479.
Wunderregen 480.

Zauberlaterne 284.
Zeichen, die 12 himmlischen, 406.
Zeit, wahre 401, 1. 410.
Zeitgleichung 410, 1.
Zenith, s. Scheitelpunkt.
Zerreißung 43.
Zodiakallicht 495.
Zonen 409.
Zuleiter 346, 1.
Zurückstoßung 159. — elektrische 333. 339.
Zurückstoßungskraft 17.
Zurückstrahlung 252.

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Kries, Friedrich Christian,

Lehrbuch der Physik

Jena 1806

Phys.g. 227
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131370-6